

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
PROGRAMA PÓS GRADUAÇÃO EM GESTÃO URBANA - PPGTU**

GUSTAVO KAMINSKI

**AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIOAMENTAL EM AMBIENTES
URBANOS SENSÍVEIS**

CURITIBA

2012

GUSTAVO KAMINSKI

**AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL EM AMBIENTES
URBANOS SENSÍVEIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana – PPGTU da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Linha de pesquisa: Gestão Ambiental e Sustentabilidade

Orientador: Prof. Dr. Carlos Mello Garcias

CURITIBA

2012

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central

K15a 2012	<p>Kaminski, Gustavo</p> <p>Avaliação da vulnerabilidade socioambiental em ambientes urbanos sensíveis / Gustavo Kaminski ; orientador, Carlos Mello Garcias. – 2012. xii, 154 f. : il. ; 30 cm</p> <p>Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2012 Bibliografia: p. 118-126</p> <p>1. Planejamento urbano. 2. Crescimento urbano. 3. Almirante Tamandaré (PR) - Condições econômicas. 4. Sistemas de informação geográfica. I. Garcias, Carlos Mello. II. Pontifícia Universidade Católica Paraná. Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana. III. Título.</p> <p>CDD 20. ed. – 711.4</p>
--------------	--

GUSTAVO KAMINSKI

**AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL EM AMBIENTES
URBANOS SENSÍVEIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana – PPGTU da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Mello Garcias
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Presidente da banca e orientador

Prof. Dr. Fábio Teodoro Souza
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Prof. Dr. Harry Alberto Bollmann
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Prof. Dr. Ricardo Rippel
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Curitiba, 29 de fevereiro de 2012.

À minha namorada Luana, companheira
de todas as horas,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por me dar a capacidade de aprender e conseguir por mim mesmo tudo que almejei.

À minha namorada Luana, pela paciência, amor, apoio e companheirismo durante todo este período do mestrado, principalmente nas horas mais difíceis.

Aos meus pais, Marcos e Solange, por acreditar na minha capacidade, pelos ensinamentos e oportunidades oferecidas para a realização deste grande sonho.

Ao orientador Professor Dr. Carlos Mello Garcias, que me auxiliou em todas as etapas de desenvolvimento dessa pesquisa com seu imenso conhecimento.

Aos novos amigos que fiz e que me permitiram crescer e que fizeram muita diferença durante o período do mestrado.

A todos os professores do curso de mestrado em gestão urbana que contribuíram com sua parte nessa trajetória.

Aos colegas de trabalho pela compreensão e apoio.

“Os pensadores estão morrendo. Os estudantes no mundo todo estão se tornando, em sua maioria, do ensino fundamental à universidade, uma massa de repetidores de informações e não pensadores que amam a arte da crítica e da dúvida. Aprendemos a explorar os detalhes dos átomos e as forças que regem o Universo, mas não sabemos explorar o mundo de dentro. Temos informações que uma geração jamais teve, mas não sabemos pensar, transformar a informação em conhecimento e o conhecimento em experiência”.

AUGUSTO CURY

RESUMO

O crescimento urbano e o uso dos recursos naturais devem ser devidamente planejados e controlados, constituindo-se nos principais desafios no contexto urbano em áreas frágeis. Nesse sentido, o estudo propõe uma metodologia para avaliação da vulnerabilidade socioambiental, tendo por objetivo identificar e mapear as vulnerabilidades socioambientais por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Para tanto, esta análise foi feita mediante a construção de indicadores de vulnerabilidade social e ambiental, baseados em alguns dados relativos ao tema, disponíveis no censo demográfico realizado pelo IBGE, e cartas temáticas que fornecem características ambientais. A identificação da vulnerabilidade ambiental da área de estudo consistiu na integração lógica de diferentes dados, do ponto de vista físico, biótico e legal. Para isso, buscou-se avaliar a fragilidade ambiental e identificar e mapear as áreas legais de preservação permanente (APP). O mapeamento da vulnerabilidade social se deu por meio do levantamento de variáveis sociais, nas quais foram estruturados 6 indicadores, baseados nas temáticas de deficiência de infraestrutura de saneamento básico, a pressão de ocupação e a sensibilidade sócio-econômica, de forma que estes representem a situação de vulnerabilidade social da área de estudo. Para que fosse possível realizar o cruzamento entre os diferentes níveis de informações, e representá-los, foi feita uma hierarquização de suas classes e atribuídos valores (pesos), dentro da escala estabelecida. Assim, foram geradas cartas temáticas de vulnerabilidade ambiental e social da área de estudo, podendo ser avaliados os resultados parciais da integração, bem como o produto final do estudo. Os objetivos propostos foram alcançados com êxito, uma vez que, por meio da utilização das técnicas de Geoprocessamento apresentadas, foi possível chegar ao produto correspondente à Vulnerabilidade Ambiental e Social, e, dessa forma, levantar um diagnóstico da área específica por meio do mapeamento de diversas variáveis do meio físico-natural e antrópico. A principal dificuldade observada está relacionada à atribuição de “pesos” às variáveis. No entanto, essa avaliação é geralmente arbitrária e subjetiva, pois é complicado avaliar o quanto cada uma destas variáveis contribui para se estabelecer o grau de vulnerabilidade, principalmente em relação às variáveis socioeconômicas. No entanto, recomenda-se, para trabalhos futuros, que sejam feitos estudos mais aplicados quanto à seleção das variáveis para a composição de indicadores socioeconômicos, além da atribuição de “pesos”. Esse é um trabalho que deverá envolver profissionais das áreas sociais e de engenharia.

Palavras-chave: Vulnerabilidade Socioambiental. Fragilidade. Ambientes Urbanos Sensíveis. Almirante Tamandaré.

ABSTRACT

The expansion of urban areas and the use of natural resources should be adequately planned and controlled, since they represent the main challenges for the fragile urban areas. In this context, the study sets out an evaluation methodology of the socio-environmental vulnerability, aimed at identifying and mapping the socio-environmental vulnerabilities, by means of a Geographic Information System (GIS). Moreover, this analysis was conducted with the purpose of establishing and analyzing social and environmental vulnerability indicators, based on certain data relevant to the topic, available from the demographic Census carried out by IBGE, including the environmental characteristics, by means of developing thematic maps. The identification of the environmental vulnerability within the area of study consisted of logical integration of different data from physical, biotic and legal point of view. In this sense, an attempt was made to evaluate the environmental fragility and identify and map the permanent protection areas (PPA) under the law. The mapping of the social vulnerability was made by surveying the social variables where 6 indicators were established, based on the issues of the lack of basic sanitation infra-structure, the pressure from housing and socio-economic sensitivity, in a manner that they represent cases of social vulnerability, within the area of study. A hierarchy of its classes and attributed values (weights) was developed according to an established scale, in order to match and to present the different levels of information. In this manner, thematic maps on environmental and social vulnerability were developed for the area under study, thus enabling the evaluation of part of the integration results, including the assessment on the final product of the study. The proposed objectives were successfully achieved after using the given Geo-processing techniques, which made it possible to achieve a product that corresponds to the Social and Environmental Vulnerability, thus generating a diagnosis on the specific area by means of mapping the diverse variables of the physical, natural and the anthropological environment. The main difficulty observed was related to the allocation of "weights" on the variables. However, this evaluation is generally arbitrary and subjective since it is complicated to assess the extent to which each of these variables contribute to the establishing of the level of vulnerability, mainly in relation to the socio-economic variables. However, it is recommended that in the future this work involves more studies carried out with respect to the selection of variables for identifying socio-economic indicators, apart from the allocation of the "weights". This working assignment should include professionals from the area of social sciences and engineering.

Key-words: Socio-environmental vulnerability. Fragility. Sensitive Urban Areas. Almirante Tamandaré.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Organização da dissertação.....	19
Figura 2 – Exemplo de planos de informação	43
Figura 3 – Estrutura da análise empírica da fragilidade ambiental.....	49
Figura 4 – Equação para cálculo da fragilidade ambiental (IFA).....	59
Figura 5 – Estrutura metodológica de identificação e mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs)	62
Figura 6 – Extensões de APPs de cursos de água	64
Figura 7 – Desenho esquemático de APP de topo de morro	66
Figura 8 – Ilustração da linha de cumeada	67
Figura 9 – Ilustração da ferramenta <i>buffer</i>	69
Figura 10 – Ilustração da ferramenta <i>erase</i>	69
Figura 11 – Equação para o cálculo do índice IVS-1	77
Figura 12 – Equação para o cálculo do índice IVS-2	79
Figura 13 – Equação para o cálculo do índice IVS-3	81
Figura 14 – Equação para o cálculo do Indicador Final de Vulnerabilidade Social ...	81
Figura 15 – Localização da área de estudo (perímetro urbano).....	84
Figura 16 – Célula do Karst.....	98
Figura 17 – Características do Karst	98

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relação de dados utilizados para a caracterização da área de estudo e aplicação da metodologia de avaliação da vulnerabilidade socioambiental.....	46
Quadro 2 – Ponderação e classificação das fragilidades ambientais.....	47
Quadro 3 – Ponderação e classificação da declividade	50
Quadro 4 – Ponderação e classificação dos solos.....	52
Quadro 5 – Ponderação e classificação da erosividade das chuvas.....	55
Quadro 6 – Ponderação e classificação do uso e ocupação do solo.....	56
Quadro 7 – Ponderação quanto as zonas de influência do Karst.....	58
Quadro 8 – Ponderação quantos as áreas de influência direta do Karst	58
Quadro 9 – Cronograma de divulgação dos dados censitários no ano de 2012.....	72
Quadro 10 – Variáveis utilizadas para construção dos indicadores e temáticas.....	72
Quadro 11 – Ponderação e classificação das vulnerabilidades sociais	74
Quadro 12 – IVLS01: Ponderação	75
Quadro 13 – IVLS02: Ponderação	76
Quadro 14 – IVLS05: Ponderação	77
Quadro 15 – IVLS04: Ponderação	78
Quadro 16 – IVLS03: Ponderação	80
Quadro 17 – IVLS06: Ponderação	80
Quadro 18 – Distribuição da fragilidade ambiental na área de estudo.....	101
Quadro 19 – Distribuição da vulnerabilidade social na área de estudo.....	105

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Geologia	88
Mapa 2 – Geomorfologia	89
Mapa 3 – Hipsometria	90
Mapa 4 – Declividade	91
Mapa 5 – Pedologia	92
Mapa 6 – Hidrografia.....	93
Mapa 7 – Erosividade das Chuvas.....	94
Mapa 8 – Uso e Ocupação.....	95
Mapa 9 – Avaliação do Karst.....	99
Mapa 10 – Índice de Fragilidade Ambiental	104
Mapa 11 – IVS-1: Deficiência de Infraestrutura de saneamento básico	107
Mapa 12 – IVS-2: Pressão de Ocupação	108
Mapa 13 – IVS-3: Sensibilidade Socioeconômica	109
Mapa 14 – IFA X IFVS	112
Mapa 15 – IFVS X IFA	113

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 LINHA DE PESQUISA	15
1.2 PROBLEMAS.....	15
1.3 OBJETIVOS.....	17
1.3.1 Objetivo Geral	17
1.3.2 Objetivos Específicos	17
1.4 JUSTIFICATIVAS	17
1.5 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTAIS	20
2.1.1 Riscos, Perigos e Desastres	24
2.1.2 Riscos e Vulnerabilidade no Meio Urbano	28
2.2 AMBIENTES URBANOS SENSÍVEIS.....	31
2.2.1 Áreas de Preservação Permanente	34
2.2.1.1 Benefícios Ambientais das Áreas de Preservação Permanente.....	36
2.2.1.2 Malefícios decorrentes da ausência de Áreas de Preservação Permanente.....	37
2.3 GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE AMBIENTAL.....	38
2.3.1 Sistema de Informação Geográfica	41
2.3.2 Banco de Dados Espaciais	42
2.3.3 Planos de Informação	42
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	44
3.1 MÉTODO DA PESQUISA.....	44
3.2 TÉCNICAS DA PESQUISA.....	44
3.2.1 Fase 1 - Exploratória	45
3.2.2 Fase 2 - Descritiva	45
3.2.2.1 Identificação da Vulnerabilidade Socioambiental	46
3.2.2.1.1 Fragilidade Ambiental	47
3.2.2.1.1.1 IFA(1) - Declividade	49
3.2.2.1.1.2 IFA(2) - Pedologia	51
3.2.2.1.1.3 IFA(3) - Erosividade das Chuvas	52
3.2.2.1.1.4 IFA(4) - Uso e Ocupação do Solo	55
3.2.2.1.1.5 IFA(5) - Geologia	56

3.2.2.1.1.6 IFA - Indicador de Fragilidade Ambiental.....	59
3.2.2.1.2 Identificação e Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente.	60
3.2.2.1.2.1 APP de curso de água	63
3.2.2.1.2.2 APP de nascente	64
3.2.2.1.2.3 APP de encosta	65
3.2.2.1.2.4 APP de topo de morro	65
3.2.2.1.2.5 APP de linha de cumeada.....	66
3.2.2.1.2.6 APP de reservatório	67
3.2.2.1.2.7 APP de lago/lagoa	67
3.2.2.1.2.8 Definição de APPs na Área de Estudo	68
3.2.2.2 Identificação da Vulnerabilidade Social	70
3.2.2.2.1 IVS-1 - Deficiência de Infraestrutura de Saneamento Básico	75
3.2.2.2.2 IVS-2 - Pressão de Ocupação	77
3.2.2.2.3 IVS-3 - Sensibilidade Socioeconômica	79
3.2.2.2.4 IFVS - Indicador Final de Vulnerabilidade Social.....	81
3.2.3 Fase 3 - Analítica	82
3.3 ABRANGÊNCIA DA PESQUISA.....	83
3.3.1 Inserção Regional de Almirante Tamandaré	84
3.3.2 Caracterização Geral do Município	85
3.3.3 Aquífero Karst.....	96
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	100
4.1 VULNERABILIDADE AMBIENTAL	101
4.2 VULNERABILIDADE SOCIAL.....	105
4.3 VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL	110
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	114
REFERÊNCIAS.....	118
APÊNDICE A - MAPAS PARCIAIS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL.....	127
APÊNDICE B - ÍNDICE DE FRAGILIDADE AMBIENTAL.....	135
APÊNDICE C - RESTRIÇÕES DE OCUPAÇÃO QUANTO À APP.....	137
APÊNDICE D - MAPAS DE INDICADORES SOCIOECONÔMICOS.....	139
APÊNDICE E - RESULTADOS PARCIAIS DA VULNERABILIDADE SOCIAL.....	146
APÊNDICE F - INDICADOR FINAL DE VULNERABILIDADE SOCIAL	153

1 INTRODUÇÃO

As grandes cidades e suas áreas metropolitanas são responsáveis por alguns dos principais problemas ambientais enfrentados pela humanidade. O estilo de vida nas maiores cidades caracteriza-se por uma elevada demanda de matéria, energia e informação, tais demandas resultam em um acelerado consumo de recursos naturais, bem como a produção de resíduos sólidos, líquidos e gasosos que contribuem para acentuar os problemas globais, entre eles a poluição atmosférica, o efeito estufa e a alteração da camada de Ozônio.

Tem-se observado um crescimento diferenciado em determinadas cidades, marcando o aprofundamento da segregação socioespacial. Populações de baixa renda têm ocupado, legal ou ilegalmente, áreas ambientalmente vulneráveis, estando, dessa forma, expostas a um outro processo intraurbano: o da "segregação ambiental".

A segunda metade do século XX marcou a aceleração do processo de urbanização no Brasil. Entre as consequências desse processo, pode-se destacar: a formação de regiões metropolitanas; a verticalização e adensamento das áreas já urbanizadas; e a expansão urbana para as áreas periféricas (ACSELRAD, 2001).

Os processos de expansão urbana, periferização e peri-urbanização, que se desenvolvem nas cidades, são muito diversos, envolvendo tanto a dispersão espacial de grupos de baixa renda (exemplificados pela autoconstrução e por loteamentos irregulares e favelas), quanto de grupos de média e alta renda (exemplificados pelos condomínios fechados). Essas dinâmicas de ocupação das áreas periféricas e peri-urbanas têm fortes implicações sociais e ambientais. Entre os impactos socioambientais desse processo de periferização, está o aumento dos deslocamentos entre o centro e as áreas periféricas e peri-urbanas, com consequente aumento do trânsito e da poluição do ar. A expansão dessas áreas também implica a ausência de saneamento básico, principalmente rede de esgoto, e poluição de rios e córregos, além de um forte processo de desmatamento e degradação ambiental (FREIRIA, 2003).

Já as situações de vulnerabilidade socioambiental podem ser definidas como a sobreposição ou cumulatividade de problemas e riscos sociais e ambientais, que se concentram em determinadas áreas, espalhadas por toda a metrópole. Esta

sobreposição (ou coexistência espacial) faz com que situações de pobreza e vulnerabilidade social, presentes em muitas áreas periféricas e periurbanas, sejam agravadas por situações de exposição a riscos e degradação ambiental, tais como enchentes, deslizamentos de terra, poluição, contato com doenças de veiculação hídrica etc. (JACOBI, 2004). Portanto, acredita-se que a categoria vulnerabilidade socioambiental pode captar e traduzir os fenômenos de sobreposição espacial e interação entre os problemas sociais e ambientais, sendo adequada para analisar o crescente entrelaçamento entre as dimensões social e ambiental da urbanização.

O crescimento urbano e o uso dos recursos naturais devem ser devidamente planejados e controlados, e constituem os principais desafios no contexto urbano em áreas frágeis. Nesse sentido, o estudo propõe uma metodologia para avaliação da vulnerabilidade socioambiental, identificando áreas de acordo com seu grau de vulnerabilidade em áreas sensíveis. Para tanto, adotou-se, neste trabalho, o estudo aplicado no município de Almirante Tamandaré, devido ao fato de estar sobre a unidade aquífera Karst, que possui alta fragilidade ambiental, seja pelas questões geotécnicas diante dos processos de urbanização, seja pela condição de vulnerabilidade à poluição hídrica, pois, segundo Araújo (2006), as áreas de Karst possuem uma excelente estrutura armazenadora de água, que pode ser facilmente contaminada por ação de despejo de efluentes domésticos e industriais.

O município de Almirante Tamandaré apresenta um dos mais altos índices de fragilidade ambiental da Região Metropolitana de Curitiba. Concorrem para isso, topografias muito irregulares dos terrenos, aliadas a aspectos geológicos, geomorfológicos e a padrões erosivos, em meio à ocupação desordenada que sempre se desenvolveu na região (PDM, 2006).

Sem considerar a intervenção humana e as edificações no município, a simples convivência de áreas de rochas cársticas em diferentes níveis de exposição (totalmente recoberta, semi-recoberta e descoberta) em meio a rochas silicáticas (filitos, quartzitos e rochas cristalinas) com coberturas cenozóicas argilo-arenosas, recobertas por diversos tipos de solos e modeladas por padrões fortemente energéticos de erosão, tem-se uma região naturalmente frágil, tanto no aspecto geotécnico como em relação à segurança de recursos naturais como água e a vegetação (PDM, 2006).

1.1 LINHA DE PESQUISA

Gestão Ambiental e Sustentabilidade.

1.2 PROBLEMAS

A crescente aglomeração humana nos grandes centros urbanos tem polarizado muitas discussões, tanto nas esferas governamentais quanto no meio acadêmico, sobre os problemas gerados pela expansão das cidades e sobre os limites e controles do uso dos solos como condição fundamental para a sua superação (PEREIRA, 2001).

O cenário de concentração urbana tem contribuído para o desenvolvimento do fenômeno de metropolização e para a intensificação das regiões periféricas em curto espaço de tempo. Diante da sua acelerada expansão, a cidade vai se tornando cada vez mais complexa, promovendo significativas alterações ambientais, especialmente em áreas mais suscetíveis, onde a dinâmica da ocupação desordenada do espaço configura um processo de degradação, com implicações na saúde da população (ROMERO, 2003).

A urbanização no Brasil modifica todos os elementos da paisagem: o solo, a geomorfologia, a vegetação, a fauna, a hidrografia, o ar e o clima. A ocupação indiscriminada nos centros urbanos é uma das principais fontes de problemas ambientais das cidades. Esses locais podem ser caracterizados pela elevada desigualdade em termos de distribuição da renda, precárias condições de moradias e acesso reduzido aos serviços públicos, particularmente na parcela da população mais pobre e vulnerável em termos socioambientais. Pode-se afirmar, portanto, que os elevados níveis de pobreza urbana, exclusão social e degradação ambiental têm caracterizado a urbanização brasileira (JACOBI, 2004).

O cenário urbano, diante de seu crescimento desordenado, vai promovendo significativas alterações ambientais, especialmente em áreas suscetíveis, onde a dinâmica da ocupação do espaço direciona um processo de degradação, com implicações de riscos para a população local. As ações antrópicas, juntamente com a ausência de cuidados com os fatores físicos regionais, exercem um processo contínuo de pressão sobre o meio natural, evidenciando a insustentabilidade, porque

ameaçam a estabilidade dos seus sistemas de sustentação, fazendo com que cause mudanças nos processos naturais, bem como nas suas características físicas (MOREIRA, 1991).

Mendonça (2004) afirma que:

“A dinâmica dos processos naturais sofre aceleração no contexto urbano, sendo que a dinâmica do clima, do relevo, da água, da vegetação e dos solos passa a ter um caráter novo, fortemente influenciado pelas ações humanas por meio da cultura, economia e política.”

A constante atividade urbana, que ocasiona inúmeras alterações no meio, notadamente nos processos naturais, cada vez mais expõe as cidades a riscos e vulnerabilidades ambientais. De fato, a interação entre homem e meio ambiente é muito complicada e gera inúmeras conseqüências, em sua grande maioria, maléficas para ambos, devido à falta de interação e planejamento entre o meio natural e antrópico (ROMERO, 2001).

A vulnerabilidade ambiental é espacialmente distribuída, sendo maior em alguns lugares do que em outros, distribuídos, portanto, de forma desigual dentro dos limites municipais (SOUZA, 2002).

Nas áreas de Karst, o crescimento urbano em geral surge a partir do desenvolvimento da principal atividade econômica inerente ao seu contexto geológico, a mineração de calcário, e a tendência natural de ocupação ocorre ao longo das áreas planas e eixos viários. Em Almirante Tamandaré, a ocupação urbana às margens da PR-092, com diversas indústrias de extração e beneficiamento mineral, vem se consolidando até a localidade de Tranqueira, definida como uma importante fonte de abastecimento futuro dos mananciais subterrâneos, que deve ser protegida devido a sua fragilidade ambiental (COMEC, 2003). A relação entre a mineração e o crescimento urbano gera um processo de industrialização, que ocasiona um aumento na demanda pelo uso da água, tanto para o abastecimento urbano quanto para as atividades econômicas. Esse processo intensifica a extração da água subterrânea.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral é estruturar uma metodologia para avaliar a vulnerabilidade socioambiental em ambientes urbanos sensíveis.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) Estruturar uma metodologia para avaliar a vulnerabilidade socioambiental em ambientes urbanos sensíveis;
- b) Identificar as vulnerabilidades socioambientais existentes nas áreas urbanas do município de Almirante Tamandaré;
- c) Apresentar geograficamente os locais de ocorrência de vulnerabilidades socioambientais na área de estudo;
- d) Avaliar o modelo de identificação das vulnerabilidades socioambientais em ambientes urbanos.

1.4 JUSTIFICATIVAS

A avaliação das limitações ambientais por meio do mapeamento da vulnerabilidade ambiental contribui para o planejamento adequado de uso e ocupação do solo, compatibilizando o desenvolvimento econômico e social com proteção aos compartimentos ambientais. A utilização adequada e racional do solo, sob a ótica de desenvolvimento sustentável, é importante para a economia da cidade (CHRISTOFOLETTI, 1999). A preocupação entre os estudos de riscos e perigos aproximou-se crescentemente com os estudos geográficos territoriais. Essa preocupação conduziu aos estudos de vulnerabilidade ambiental, que, no cenário atual, se coloca como uma noção forte tanto nas ciências sociais quanto nas ciências ambientais. Os estudos de vulnerabilidade ambiental são de importância para abrir oportunidades para o diálogo mais estreito entre as duas disciplinas,

incorporando a dimensão ambiental aos processos demográficos em constante crescimento.

A realização de um trabalho de identificação e mapeamento das vulnerabilidades ambientais de uma área é um instrumento valioso para melhorar o planejamento e o direcionamento de recursos e programas, priorizando as áreas mais críticas nesse aspecto. Além disso, tais análises podem contribuir para a gestão da ocupação urbana, pois o mapeamento das áreas urbanas por meio de metodologias de avaliação permite estabelecer as limitações da ocupação urbana nas mais diversas áreas do município.

1.5 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

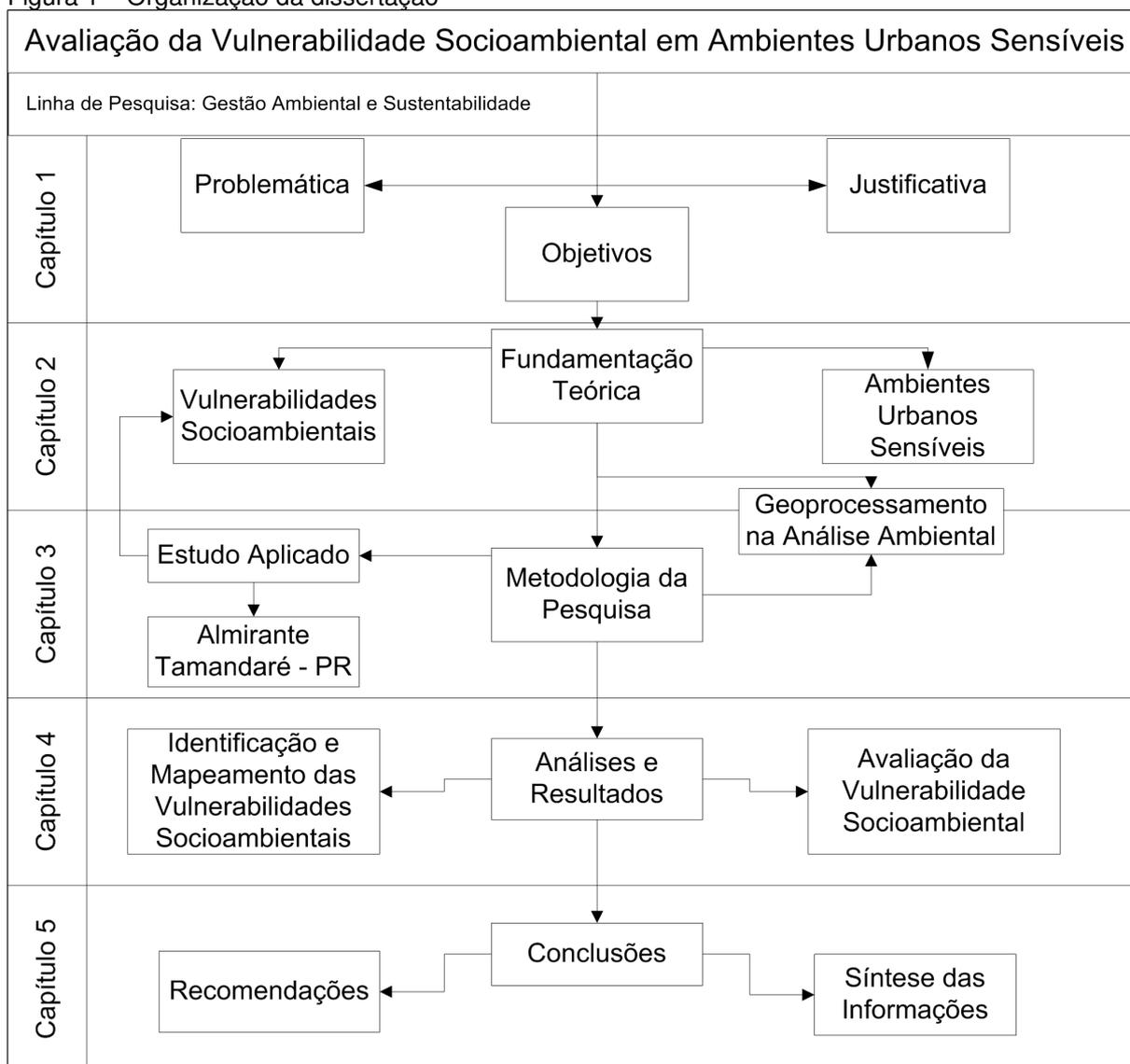
O primeiro capítulo introduz a temática da vulnerabilidade socioambiental, apresentando uma breve contextualização e problematização do assunto e os objetivos que se procura alcançar.

O segundo capítulo tem por finalidade explorar as bases teóricas que fundamentam a pesquisa realizada. Para isso, buscou-se compreender o contexto da vulnerabilidade socioambiental em áreas urbanas – envolvendo sua conceituação e dinâmica – e os conceitos de riscos e perigos em áreas urbanas. Visando estabelecer procedimentos adequados para o alcance dos objetivos propostos nesta dissertação, o terceiro capítulo discorre sobre a metodologia adotada (estudo aplicado), métodos e técnicas de pesquisa propostos.

No quarto capítulo são apresentados os resultados da identificação da vulnerabilidade socioambiental na área de estudo (Almirante Tamandaré – PR), elaborados segundo os procedimentos metodológicos definidos. A partir dos resultados obtidos, o quinto capítulo sintetiza as informações da identificação da vulnerabilidade socioambiental, resgatando os objetivos da pesquisa e avaliando as áreas de vulnerabilidade socioambiental do município.

A organização da dissertação é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Organização da dissertação



Fonte: o autor, 2011

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar as bases teóricas que fundamentam esta dissertação. Desse modo, a fundamentação teórica constitui etapa essencial, referenciando conceitos e fundamentos adotados no desenvolvimento deste trabalho, orientando análises e interpretações realizadas.

Partindo desse pressuposto, procura-se explorar a temática da vulnerabilidade socioambiental, riscos e perigo, a descrição de ambientes urbanos sensíveis e o geoprocessamento na análise ambiental.

2.1 VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTAIS

De um modo geral, o meio urbano consiste em um meio com constantes modificações, sejam estas ambientais, sociais, físicas ou econômicas. Apesar de seus limites definidos, com grandes estruturas e obras, o meio urbano apresenta muitas faces, fragilidades e problemas que, na maioria das vezes, passam despercebidos aos olhos da sociedade.

A constante atividade urbana, que ocasiona inúmeras alterações no meio, notadamente nos processos naturais, cada vez mais expõe as cidades a riscos e vulnerabilidades, tanto no âmbito social como ambiental. De fato, a interação entre homem e meio ambiente é muito complexa e gera inúmeras consequências, em sua grande maioria, maléficas para ambos, devido à falta de interação e planejamento entre o meio natural e antrópico.

Segundo Deschamps (2004),

“O sentido literal de vulnerabilidade é "qualidade de vulnerável", que se aplica ao lado fraco de um assunto ou questão ou do ponto por onde alguém pode ser atacado, ferido ou lesionado, física ou moralmente. No uso corrente, vulnerabilidade denota risco, fragilidade ou dano. A noção de vulnerabilidade no âmbito das relações entre população e desenvolvimento pode ser vista como o aspecto negativo mais relevante do modelo de desenvolvimento baseado na liberalização da economia e na abertura comercial e como a manifestação mais clara da carência de poder que experimentam grupos específicos, mas numerosos, da humanidade”.

Portanto, vulnerabilidade está relacionada aos riscos enfrentados. Segundo Acselrad (2001), risco compreende a probabilidade de ocorrência de determinado

agravo a um grupo qualquer. Desta forma, a capacidade de enfrentar riscos bem como os mecanismos de defesa de dado grupo ou região poderão determinar uma classificação de quão vulnerável o grupo está. Assim, podemos dizer que vulnerabilidade social é um estado em que se encontra um grupo qualquer, de modo que este apresenta fragilidades e são mais propensos a oscilações e alterações de seu estado na ocorrência de eventos adversos (DESCHAMPS, 2004).

A noção de vulnerabilidade geralmente é definida como uma situação em que estão presentes três elementos (ou componentes): exposição ao risco, incapacidade de reação e dificuldade de adaptação diante da materialização do risco (MOSER, 1998).

Nos últimos anos, o termo vulnerabilidade social tem sido utilizado com certa frequência por grupos acadêmicos e entidades governamentais da América Latina. Esta incorporação da noção de vulnerabilidade teve forte influência de organismos internacionais como as Nações Unidas, o Banco Mundial e o BIRD (CEPAL, 2002; KAZTMAN *et al.*, 1999).

Uma outra linha de análise sobre vulnerabilidade, desenvolvida principalmente dentro da geografia, tem origem nos estudos sobre desastres naturais (*natural hazards*) e avaliação de risco (*risk assessment*) (CUTTER, 1994; 1996).

A noção de vulnerabilidade também tem se tornado, nos últimos anos, um foco central para as comunidades científicas de mudança ambiental e sustentabilidade (*International Human Dimensions Programme*, Programa Internacional da Geosfera – Biosfera e Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) e uma categoria analítica importante para algumas instituições internacionais, como algumas agências das Nações Unidas (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) e o Banco Mundial (KASPERSON e KASPERSON, 2001; IHDP, 2001).

É importante destacar que o conceito de vulnerabilidade não trata simplesmente da exposição aos riscos e perturbações, mas também da capacidade das pessoas de lidar com estes riscos e de se adaptar às novas circunstâncias. Nisso reside a importância e inseparabilidade das dimensões social e espacial da vulnerabilidade (PANTELIC *et al.*, 2005).

O conceito de vulnerabilidade tem atraído estudiosos das mudanças ambientais de várias disciplinas, mas, apesar disso, continua existindo pouco consenso sobre definições apropriadas. Essa amplitude da discussão na literatura tem levado muitos pesquisadores, como Liverman (1990), a usar uma abordagem ampla: ser vulnerável à seca significa falta de defesas ambientais, tecnológicas, econômicas ou políticas contra seus impactos. Cutter (1996), em sua revisão sobre o conceito, identifica 18 definições diferentes. Ela agrupa essas definições em três categorias: vulnerabilidade como condições pré-existentes, vulnerabilidade como resposta moderada e vulnerabilidade como risco do lugar.

Paralelamente aos problemas sociais observados no meio urbano, surgem, também como consequência da expansão desordenada e da falta de planejamento, os problemas ambientais. Entre os principais problemas relacionados à expansão desordenada das cidades podemos identificar alguns, como a remoção da cobertura florestal, a impermeabilização do solo, a erosão e a poluição das águas. Naturalmente, existem áreas ambientalmente frágeis, onde qualquer alteração de origem antrópica pode trazer inúmeras consequências negativas ao equilíbrio do ecossistema local. Fundos de vales, áreas de encostas e áreas geologicamente instáveis são alguns exemplos de locais naturalmente propensos à ocorrência de eventos adversos. Para Jacobi (2004), essas ocupações frequentemente consistem em habitações pobres em áreas com escassos serviços urbanos. Assim, existem áreas que são ambientalmente vulneráveis e essas vulnerabilidades ambientais são agravadas com os processos de expansão urbana desordenada e as fragilidades sociais sobrepostas às ambientais, criando situações de vulnerabilidade socioambiental.

De acordo com dados da ONU (2004), um sexto da população mundial vive em assentamentos informais (ou favelas), ou seja, aproximadamente 924 milhões de habitantes vivem em condições de pobreza. Existem países, como a Etiópia, por exemplo, onde 99,4% da população urbana vive em favelas numa situação de extrema miséria.

É nas áreas urbanas que a ocupação e a concentração humana ocorrem de forma intensa e muitas vezes desordenada. Estes locais são alvos de frequentes desmatamento, deslizamento, erosão, assoreamento dos canais fluviais, dentre outros problemas relacionados às gradativas transformações antrópicas (GUERRA e GONÇALVES, 2001).

Segundo Mendonça (2004), o termo socioambiental passou a ser empregado para evidenciar que alguns problemas ambientais têm forte conotação social, e devem ser tratados levando em consideração tanto os elementos naturais quanto os sociais que o constituem. Deschamps (2004) considera vulnerabilidade socioambiental como a coexistência ou sobreposição espacial entre grupos muito pobres e com alta privação, ou seja, vulnerabilidade social, e áreas de risco ou degradação ambiental. Identificar grupos vulneráveis é tarefa difícil, em razão de sua grande heterogeneidade e da grande quantidade de riscos existentes. Dessa forma, a vulnerabilidade socioambiental compreende a junção dentro de um espaço, de populações socialmente vulneráveis ou sensíveis, que ocasionam ou estão vinculadas a danos ao meio ambiente, que se apresentam em elevada escala ou em estado crítico. Os problemas decorrentes da urbanização, particularmente os socioambientais, evidenciaram a necessidade de romper com as perspectivas unidisciplinares ou parciais das cidades. A abordagem do ambiente urbano apareceu como uma possibilidade de tratá-los de forma interativa, holística e conjuntiva (MENDONÇA, 2004).

Nessa linha, não se pode deixar de destacar as diferenças de abordagem entre os estudos sobre vulnerabilidade social e os sobre vulnerabilidade ambiental. Na literatura mais sociológica sobre o tema (MOSER, 1998; KAZTMAN *et al.*, 1999), a vulnerabilidade social é analisada em relação a indivíduos, famílias ou grupos sociais. Por outro lado, na geografia e nos estudos sobre riscos e desastres naturais (CUTTER, 1994; 1996), a vulnerabilidade ambiental tem sido estudada em termos territoriais (regiões, ecossistemas). Portanto, essa disparidade entre estas duas tradições de estudos sobre vulnerabilidade, em termos de escala e de tipo de objeto de análise, deve ser levada em conta na construção da noção de vulnerabilidade socioambiental, a qual pretende integrar as duas dimensões – a social e a ambiental.

Nesse contexto, a busca pelo conhecimento dessas áreas social e ambientalmente vulneráveis, bem como suas interações e consequências com o meio natural e antrópico, torna-se cada vez mais necessária, para que dessa forma a gestão urbana se torne mais eficiente com políticas e ações voltadas à prevenção, correção e mitigação das vulnerabilidades socioambientais urbanas.

2.1.1 Riscos, Perigos e Desastres

O reconhecimento da vulnerabilidade social alterou a compreensão de desastre. Enquanto antes ele era relacionado a catástrofes naturais inesperadas (*natural hazards*), agora passa a ser visto como a interação entre a catástrofe inesperada e a vulnerabilidade, expressa pela equação “Risco = catástrofe inesperada + vulnerabilidade”. Nesse mesmo sentido, Lavell (1996) conceitua o risco utilizando-se de dois elementos essenciais: a ameaça ou o perigo antrópico e a vulnerabilidade perante estes impactos. Essa é a propensão a sofrer danos, sempre relativa, pois depende do grau e da intensidade da ameaça sofrida. “O risco é, por consequência, uma condição latente ou potencial, e seu grau depende da intensidade provável da ameaça e dos níveis de vulnerabilidade existentes” (LAVELL, 1996). O risco, portanto, não será o sinônimo de ameaça, embora seu grau seja dado em função da magnitude da ameaça, mas, uma condição dinâmica e dependente da ameaça humana, conceito este aplicado neste estudo no tocante à questão urbana:

- a) Risco = Ameaça + Vulnerabilidade;
- b) Risco Ambiental = Ameaça Natural + Vulnerabilidade Social;
- c) Risco Social = Ameaça Social + Vulnerabilidade Social;
- d) Risco Ambiental = Ameaça Natural + Fragilidade Ambiental;
- e) Risco Socioambiental = Ameaça Natural + Ameaça Social + Fragilidade Ambiental + Vulnerabilidade Social;
- f) Risco Socioambiental = Ameaça Socioambiental + Vulnerabilidade Socioambiental.

Hilhorst (2004) afirma que, na década de 1990, houve maior atenção aos processos ambientais, bem como às mudanças climáticas induzidas pelo homem, emergindo um novo paradigma que enfatiza a mutualidade entre catástrofe inesperada e vulnerabilidade em relação ao desastre, causadas pela complexa interação entre natureza e sociedade. Sob esta ótica, a vulnerabilidade a catástrofes inesperadas é substituída por catástrofes influenciadas por atividades humanas, evidente nos casos de processos meteorológicos e hídricos que produzem ventos fortes e inundações em aglomerados urbanos. Esses *hazards* - catástrofes naturais inesperadas - tornaram-se frequentes e mais devastadores devido à degradação

ambiental. Por consequência, a vulnerabilidade pode ser compreendida não apenas como a suscetibilidade das pessoas aos *hazards*, mas também é medida do impacto da sociedade sobre o meio ambiente.

Em relação às metrópoles, os riscos ambientais urbanos abrangem “uma grande variedade de acidentes, em diversificada dimensão e socialmente produzidos” (JACOBI, 2004). A população, na maioria das vezes excluída, de baixa renda, que vive em péssimas condições de habitação e não usufrui da infraestrutura urbana, encontra-se vulnerável aos riscos de enchentes, vendavais, falta de água potável, acidentes de trânsito, acidentes com cargas perigosas, acidentes químicos (por morarem próximo a áreas industriais), incêndios, além dos riscos à saúde, diretamente relacionados a despejos irregulares de resíduos sólidos, poluição do ar, falta de saneamento e condições habitacionais precárias. A periferização direcionada a áreas de alto risco potencializa os problemas urbanos.

Os riscos, socialmente produzidos, são perceptíveis em ambientes urbanos. Entretanto, vincular a vulnerabilidade a riscos à classe com menos poder aquisitivo pode levar a equívocos, uma vez que a natureza múltipla dos riscos corresponde à natureza múltipla dos grupos sociais ou indivíduos em uma situação de exposição aos impactos. Esse é um alerta, já que não se pretende afirmar que a vulnerabilidade é determinada pela classe social, mas sim por ela influenciada.

Em uma grande cidade, por exemplo, qualquer indivíduo com alto poder aquisitivo pode estar mais vulnerável à poluição sonora ao trabalhar em uma grande avenida ou, em pólo oposto, um morador de favela pode estar mais vulnerável ao risco de desabamento de sua casa, devido às condições precárias de sua moradia. Para ambos, no entanto, há a igualdade da vulnerabilidade à escassez de água, caso o manancial abastecedor da cidade seja poluído. Interessante apontar que há uma necessária inclusão social às avessas, ou seja, a cidade ilegal ameaça a cidade legal e por tal fato há interesse na remediação dos problemas.

Há, ainda, fatores pessoais, em vez de socioeconômicos, que influenciam a vulnerabilidade. Um indivíduo com fragilidade em seu sistema respiratório estará muito mais suscetível a doenças pulmonares decorrentes da poluição atmosférica; a potencialidade de reparar o dano sofrerá uma variação a depender das condições econômicas para o pagamento de um tratamento de saúde. Há uma série de fatores que determinam a vulnerabilidade diante dos riscos e, neste momento, cabe chamar a atenção para não se adotar posicionamentos simplistas.

O paradigma dos riscos é influenciado por noções de efeitos causais, mudanças sociais e possíveis respostas à vulnerabilidade ao desastre. Desastres causados por catástrofes inesperadas resultam da complexa interação entre natureza e sociedade. A categoria risco passa a ser utilizada sob diversas formas, mas que pouco se comunicam. Marco desses estudos é o conceito da “sociedade de risco”, anteriormente comentado (BECK, 1998). Há um deslocamento da discussão de um local circunscrito no tempo e no espaço para o âmbito das macrotransformações sociais. Atualmente, quase todo entendimento passa pelas razões de risco.

Nas definições que são atribuídas aos termos risco e catástrofe encontram-se repetidas expressões como “acontecimentos infrequentes ou extremos”, “interrupções catastróficas da normalidade”, “danos às pessoas, seus bens e ao meioambiente”, “acontecimentos que excedem a capacidade normal de ajuste e amortização do sistema humano para absorvê-los” e “impactos socioambientais”. Também convém recordar a distinção, já clássica na literatura anglo-saxônica, entre *hazard* (ameaça em potencial, álea¹) e *risk* (probabilidade de que ocorra um desastre). Mas a diferença nem sempre é clara e há autores que preferem falar sempre em “riscos ambientais”, independentemente de sua origem (HILHORST, 2004).

Risco pode ser entendido como *hazard from a dangerous chance* (HILHORST, 2004). Compreender risco como “o perigo de uma situação perigosa” faz pouco sentido em português, mas, em inglês, *hazard* sugere um perigo que alguém pode prever, mas não evitar. Ou seja, no risco combina-se uma previsibilidade com uma incerteza. Por esta razão, Vernet (2007) afirma que o risco, objeto social, apenas poderá existir em relação a uma comunidade, uma sociedade que o apreende por meio de representações mentais, ou seja, um grupo que o perceba e que poderia sofrer seus efeitos, não sendo necessariamente o acontecimento catastrófico.

Como já afirmado, o risco pressupõe a percepção humana e o impacto antrópico. A urbanização, neste aspecto, é fator preponderante, já que a percepção dos riscos envolve um espaço geográfico, um modo de ocupação do território, as

¹ O termo “álea” é definido como acontecimento possível, podendo ser um processo natural, tecnológico, social, econômico, e sua probabilidade de realização. Se vários acontecimentos são possíveis, fala-se de um conjunto de áleas.

relações sociais da época e os impactos sociais. O risco social remete geralmente à segregação e à fragmentação urbana e está relacionado à insegurança (VERNET, 2007). Adicionam-se aos efeitos, além da insegurança, o medo e a injustiça.

Portanto, risco não se resume a catástrofes ambientais ou a desastres naturais. Somente quando houver impacto nas relações sociais, na vida do homem, haverá risco, independentemente de sua origem. Os riscos, cujos fatores são variados e cujo aumento resulta da complexidade dos sistemas que caracterizam a sociedade, possibilitam a construção de cenários de relações sociais futuras, pois “são onipresentes para o indivíduo, para a sociedade civil, para aqueles que tomam decisões e mais largamente para os políticos” (VERNET, 2007). Os riscos justificam as escolhas políticas e, por serem a elas indissociáveis, a regulamentação jurídica torna-se base das decisões da organização do território, da repartição de bens, do uso de recursos e da precaução.

Diante das variadas categorias de riscos, Vernet (2007) debruça-se apenas sobre aqueles pelos quais a Geografia se interessa, cuja percepção e gestão são acompanhadas de uma dimensão espacial. Interessa ao estudo analisar os riscos ambientais, que aglutinam os riscos naturais e os riscos decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana e pela ocupação de territórios. Riscos naturais são aqueles pressentidos, percebidos e suportados por um grupo social - ou um indivíduo - sujeito à ação possível de um processo físico, de uma álea. O risco existe na medida em que houve uma percepção social, mas é natural em sua origem. Terremotos, deslizamentos, erupções vulcânicas, ciclones, chuvas fortes, nevascas, avalanches têm causas físicas alheias à intervenção humana.

A análise dos riscos possui uma dimensão geográfica evidente, segundo Muñoz (1995), pois tanto o perigo quanto a vulnerabilidade e a catástrofe se materializam em um território, ou seja, em um componente espacial que delimita a ameaça para a população e suas atividades. A aproximação geográfica pode ser abordada definindo-se o contexto no qual o desastre se materializa ou poderia se materializar. A cartografia dos riscos avança para o estabelecimento de um zoneamento dos níveis de risco a partir da combinação de mapas de periculosidade, exposição e vulnerabilidade.

Por outro lado, as dimensões humanas, especialmente o estudo dos componentes sociais do risco, a aproximação contextual, a sua análise e a investigação das respostas da sociedade perante os riscos e desastres são

contribuições das ciências sociais. Mitchell (1990) distingue três componentes humanos do risco: a vulnerabilidade, a exposição ao risco e as respostas.

- a) Vulnerabilidade: faz referência ao potencial de uma sociedade para experimentar graves danos em caso de catástrofe e está relacionada a fatores como o desenvolvimento econômico, a normativa industrial ou ambiental, o grau de organização social, o padrão de vida e de saúde da população, a existência de sistemas de proteção civil;
- b) Exposição: indica o número de pessoas que se encontram em situação de serem diretamente afetadas pelo risco;
- c) Resposta: é o grau em que a sociedade atua para prevenir, evitar ou reduzir os prejuízos decorrentes do risco.

2.1.2 Riscos e Vulnerabilidade no Meio Urbano

Até a época contemporânea, as calamidades urbanas naturais representavam os maiores riscos para a sociedade. No entanto, a urbanização generalizada, ao acumular pessoas e atividades em espaços restritos, faz das cidades lugares eminentemente vulneráveis a qualquer agente perturbador, quer seja exógeno ou endógeno, natural ou técnico. Os riscos naturais afetam todos os territórios, sendo as concentrações urbanas as mais atingidas. Pode-se estimar que dois terços das vítimas de catástrofes são urbanas, em uma média de trinta a quarenta mil indivíduos a cada ano. Estima-se que, do número total de vítimas, 82% pertencem aos países em desenvolvimento e 12% aos países industrializados (VERNET, 2007). No entanto, essas cifras, no que diz respeito aos danos assegurados, invertem-se: a sua quase totalidade se encontra nos Estados Unidos e na Europa Ocidental do Norte; a única exceção à forte correlação entre perdas humanas e materiais é o Japão.

Há uma confrontação com o estabelecimento de escalas de gravidade e hierarquização dos riscos efetivos ou potenciais que fazem intervir critérios objetivos e interesses socioeconômicos próprios de cada país. Dessa forma, o conhecimento dos riscos urbanos comuns é, muitas vezes, aproximado e de difícil avaliação quanto às suas vantagens materiais e sociais.

Dubois-Maury e Chaline (2004) relatam que a vulnerabilidade urbana aos riscos, quer endógenos quer exógenos, é por demais complexa. As vulnerabilidades urbanas encontram-se territorializadas, pois cada local da cidade possui suas próprias características que vão determiná-las e guiar a respostas preventivas. Sob tal constatação, é possível afirmar que o processo ocupacional de uma área urbana (decorrente de leis e questões históricas) somado a fatores políticos, sociais e econômicos (má gestão urbana, periferização das cidades, fragmentação socioeconômica) pode levar a situações de riscos identificadas justamente por meio dos contrastes entre populações mais ou menos vulneráveis.

A vulnerabilidade diferencia os territórios da cidade, dividindo-a em centro, bairros históricos e bairros da periferia. No primeiro, há grande utilização do espaço, incluindo imóveis de grande altura, vulneráveis a incêndios e a panes elétricas. Grande número de veículos causa poluição e o fluxo de pessoas favorece a delinqüência. Nos bairros históricos, velhas construções possibilitam riscos de incêndio, de saúde pública e desmoronamentos. Na periferia, com a criação de zonas industriais, aeroportos e estradas, há o acúmulo de diversos riscos tecnológicos para as populações residentes. Em países como o Brasil, a proliferação de construções irregulares favorece o risco de desmoronamento em caso de enxurradas, tormentas, terremotos e inundações, além dos riscos à saúde decorrentes da falta de saneamento e água tratada e das condições precárias das habitações. Nesses aspectos sequer se menciona a vulnerabilidade das gerações futuras defronte à degradação de mananciais, por exemplo.

Dubois-Maury e Chaline (2004) têm a opinião de que toda cidade se situa em um ambiente natural com o qual ela, em princípio, vive em harmonia e valoriza as suas potencialidades. Mesmo assim, a cidade submete-se à eventualidade de efeitos negativos e mesmo catastróficos das forças que compõem esse meio ambiente quando estas se manifestam de forma incomum. Acrescentam que os riscos naturais podem ser agravados pelas diversas iniciativas humanas e que há que se considerar as interações, cada vez mais frequentes, entre os riscos naturais e os tecnológicos.

Ocorre uma “modernização” dos riscos urbanos, pois resultam de uma junção sociotécnica e de uma combinação de dados humanos e não humanos, difíceis de uma gestão simultânea, somados a um grande número de intervenientes. A vida urbana acontece em um *continuum* de riscos pequenos, na sua maior parte, e

absorvidos pela capacidade da cidade de se autorregular. No entanto, quando as desordens e as perdas ultrapassam certos limites, os riscos urbanos se tornam preocupações maiores do poder público, principalmente nos países desenvolvidos, onde há uma grande atenção dada às vítimas humanas potenciais e ao montante de bens segurados. Há diversos atores envolvidos na gestão dos riscos e na tentativa de criar uma ciência dos riscos com respostas técnicas e soluções de gerenciamento espacial para gestores dos riscos e seguradoras que trabalham com a indenização às vítimas pelos danos sofridos.

Jacobi (2004), ao analisar os riscos e vulnerabilidades nas cidades, alerta ser cada vez mais evidente a complexidade do processo de transformação do cenário urbano, crescentemente não só ameaçado, mas afetado por riscos e agravos socioambientais. Desafio para o desenvolvimento urbano é a criação de condições capazes de, se não reduzir, pelo menos atenuar o quadro de riscos existentes que afetam a população de forma desigual.

Jacobi (2004) focaliza sua análise nos riscos ambientais urbanos associados aos impactos socioambientais decorrentes do processo de urbanização, tendo como referência a Região Metropolitana de São Paulo, sublinhando as seguintes questões: (1) a redução de áreas verdes, que resulta na excessiva impermeabilização do solo que, por sua vez, multiplica as áreas sujeitas a enchentes e os consequentes impactos ambientais, sociais e econômicos; (2) a falta de medidas práticas para controlar a poluição do ar; (3) a procrastinação da ampliação e adequação da rede de transporte público e de medidas que estimulem a redução do uso de automóveis; (4) a procrastinação na expansão da rede de esgotos (coleta e tratamento); (5) a contaminação dos mananciais de abastecimento de água e dos rios existentes nas áreas urbanas; (6) a exaustão das alternativas convencionais de destinação final dos resíduos sólidos e problemas resultantes da contaminação das águas subterrâneas e de superfície pelo chorume.

Existem também riscos que transcendem a esfera local de ação, cujo equacionamento depende de ações estratégicas e de investimentos estaduais ou federais, como, por exemplo, o risco tecnológico relativo ao colapso no abastecimento de energia. Neste aspecto, deve-se necessariamente analisar a prática discursiva entre os órgãos institucionais e a crítica à eficácia do sistema de gestão baseado em repartições de competências municipais, estaduais ou federais, sem ênfase na gestão integrada (FERNANDES, 2002).

Nas cidades, há necessidade de se conhecer e avaliar as diferentes respostas que as comunidades fornecem em relação às diferentes categorias de riscos urbanos. A percepção dos riscos pelos moradores deve estar integrada à gestão pública. Em ambientes urbanos, caracterizados pela periferização, metropolização e fragmentação, muitos riscos ainda são passíveis de controle, pois estão relacionados à falta de infra estrutura adequada, gestão integrada e políticas públicas eficazes. Nesse sentido, Fernandes (2002) afirma que a construção político-social da ordem jurídico institucional metropolitana não pode ser imposta por leis ou decretos, mas tem que ser construída e amplamente negociada para se ganhar a necessária legitimidade social e política que lhe dê suporte. Deve-se analisar, sobretudo, a natureza da metrópole e se está tratando de regiões de serviços comuns, de desenvolvimento econômico e de planejamento administrativo e regional, bem como a medida da convivência da esfera local com a escala metropolitana e a titularidade do interesse metropolitano.

2.2 AMBIENTES URBANOS SENSÍVEIS

Os sistemas ambientais, face às intervenções humanas, apresentam maior ou menor fragilidade em função de suas características naturais. Qualquer alteração nos diferentes componentes da natureza (relevo, solo, vegetação, clima e recursos hídricos) acarreta o comprometimento da funcionalidade do sistema, quebrando o seu estado de equilíbrio dinâmico. Essas variáveis, tratadas de forma integrada, possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais.

Estes estudos relativos às fragilidades dos ambientes são de extrema importância ao Planejamento Ambiental. A identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão do território.

A forma que tomou a relação sociedade – ambiente, na modernidade, implicou profundas alterações no equilíbrio dos sistemas naturais. Essas alterações não trazem consequências graves apenas para os sistemas naturais, mas também repercutem significativamente nos sistemas socioeconômicos, uma vez que, a partir

desse desequilíbrio, novos processos naturais podem resultar em fenômenos de risco socioambiental.

A constatação de que o desequilíbrio nos sistemas naturais causados pelas atividades humanas tem gerado situações de risco para a própria humanidade fez surgir inúmeras proposições cujo objetivo maior é desenvolver um arcabouço teórico-metodológico para diagnosticar preventivamente situações socioeconômico e as ambientais capazes de expor seres humanos a eventos danosos. Com esse fim, conceitos e categorias como fragilidade, susceptibilidade, vulnerabilidade e risco são usualmente empregados em diversos estudos.

Os estudos ligados aos termos susceptibilidade e vulnerabilidade remetem a uma concepção analítica segundo a qual se se considera a potencialidade de determinado ambiente em tornar-se susceptível ou vulnerável a certo processo natural. Seguindo essa lógica é possível inferir, por exemplo, se determinado ambiente é vulnerável à erosão ou susceptível à contaminação. Já os termos risco e fragilidade dizem respeito às interações entre as potencialidades naturais e o uso e a ocupação social dos ambientes. Desse modo, ambos os termos referem-se não apenas às potencialidades dos ambientes, mas principalmente à potencialidade de certos fenômenos naturais desencadeados pelo uso e ocupação dos espaços naturais.

Segundo Fraisoli (2005), o termo risco ambiental pode ser conceituado, como a probabilidade de algum elemento natural tornar-se vulnerável a determinado processo, tendo como causa o uso e manejo social inadequado do meio ambiente. Assim, o conceito de risco ambiental deve ser voltado para um fenômeno natural específico, causado pela ação humana, como, por exemplo, risco de erosão, risco de inundação, risco de escorregamento, entre outros. No entanto, algumas áreas são mais frágeis do que outras, assim, o risco ambiental avaliado nesta área será maior.

Macedo *et al.* (2010), *apud* Fraisoli (2005), explica que a fragilidade do meio pode ser interpretada como ambiente de risco, concebendo a possibilidade de perigo ou perdas. Portanto, definir a fragilidade do meio pode evitar que situações de risco ambiental decorram para situações de catástrofe, envolvendo danos materiais e humanos.

Para Ross (2001), os estudos integrados de um determinado território pressupõem o entendimento da dinâmica de funcionamento do ambiente natural

com ou sem as intervenções humanas. Assim sendo, a elaboração do Zoneamento Ambiental deve partir da adoção de uma metodologia de trabalho baseada na compreensão das características e da dinâmica do ambiente natural e do meio socioeconômico, visando buscar a integração das diversas disciplinas científicas específicas por meio de uma síntese do conhecimento acerca da realidade pesquisada. Nessa direção, o mapeamento das unidades de paisagens identificadas sob a perspectiva de suas fragilidades frente às condições materiais e possíveis intervenções humanas é de valiosa importância.

Os trabalhos no âmbito da geografia que abordam os estudos de fragilidade ambiental compõem-se, em síntese, da análise empírica dos constituintes da paisagem organizados em níveis de informações que são superpostos e interpretados na tentativa de um estudo integrado dos componentes físico-naturais e sociais de determinada área. Tal análise, sob a perspectiva qualitativa, visa contribuir com o planejamento ambiental e apoio na gestão territorial, apresentando seus resultados na forma de cartas temáticas que são organizadas e apresentadas por classes de fragilidade.

A concepção que norteia tais estudos se fundamenta no conceito de ecodinâmica proposto por Tricart (1977), que constitui num modelo de avaliação das unidades da paisagem, com base no balanço pedogênese/morfogênese, propiciando sua classificação quanto aos graus de instabilidade ambiental. Tal pressuposto está referenciado na compreensão de que, na natureza, as trocas de energia e matéria se processam em relações de equilíbrio dinâmico.

As Unidades Ecodinâmicas foram classificadas por Tricart (*op cit.*) em três categorias: meios estáveis, meios intergrades e meios fortemente instáveis, propondo também a cartografia dessas unidades da paisagem através da Carta Ecodinâmica. As áreas em que prevalecem os processos morfogenéticos são entendidas como instáveis, enquanto que aquelas em que predominam a pedogênese são as estáveis. Quando há um equilíbrio entre ambos, é definida com estabilidade intermediária.

Com base no conceito de ecodinâmica, visando aplicações ao Planejamento Ambiental, Ross (1990; 1994) acrescenta novos critérios estabelecendo a Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados, compreendendo a fragilidade potencial, que relaciona os fatores naturais da paisagem; e a fragilidade

emergente, relacionando a fragilidade potencial com a cobertura do solo e as intervenções antrópicas.

De acordo com Ross (1990; 1994), a carta de fragilidade potencial indica os graus de fragilidade, sob a ação dos processos morfogenéticos atuantes na paisagem, resultantes da correlação de alguns dos componentes físico-naturais da paisagem: declividade do terreno, erosividade das chuvas e cobertura pedológica; e a carta de fragilidade emergente correlaciona às informações resultantes da fragilidade potencial com as informações de uso do solo, indicando os graus de fragilidade das unidades espaciais conforme a proteção do solo e apresentando as áreas em estado de desequilíbrios pela ação antrópica.

Segundo Ross (1994), as unidades de fragilidade dos ambientes naturais devem ser resultantes dos levantamentos básicos de declividade, solos, cobertura vegetal/uso da terra e clima. Esses elementos, tratados de forma integrada, possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais.

A grande contribuição dos modelos de fragilidade ambiental é proporcionar uma maior agilidade no processo de tomada de decisões, servindo de subsídio para a gestão territorial de maneira planejada e sustentável, evitando problemas de ocupação desordenada.

Entre as áreas ambientalmente sensíveis, destacam-se as APPs (Áreas de Preservação Permanente). São consideradas áreas mais sensíveis e sofrem riscos de erosão do solo, enchentes e deslizamentos. A retirada da vegetação nativa nessas áreas só pode ser autorizada em casos de obras de utilidade pública, de interesse social ou para atividades eventuais de baixo impacto ambiental. Assim, a delimitação destas áreas pode ser considerada como proteção de áreas frágeis ou ambientalmente vulneráveis.

2.2.1 Áreas de Preservação Permanente

O conceito de Áreas de Preservação Permanente (APPs) foi definido no Código Florestal brasileiro (Lei 4.771 de 15/09/1965) a partir do momento em que foi reconhecida legalmente a importância da manutenção da vegetação de determinadas áreas. De acordo com o Código Florestal Brasileiro, APPs são “áreas

cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

Exemplos de APPs são as áreas marginais dos corpos de água (rios, córregos, lagos, reservatórios) e nascentes, áreas de topo de morros e montanhas, áreas em encostas acentuadas, restingas e mangues, entre outras. As definições e limites dessas áreas são apresentados, em detalhes, nas Resoluções CONAMA nº 302 e 303 de 20/03/2002.

Cabe ressaltar que essas matas ciliares distinguem-se das áreas de “Reserva Legal” pelo fato de não serem objeto de exploração de nenhuma natureza. As Reservas Legais estão sujeitas à exploração desde que haja um planejamento sustentável.

Historicamente, as cidades nascem e crescem a partir de cursos de água. Além de funcionarem como canal de comunicação, os rios dão suporte a serviços essenciais, como o abastecimento de água potável e a eliminação dos efluentes sanitários e industriais. Ao longo desses cursos de água, em tese, deveriam ser observadas e cumpridas todas as normas que regulam as APPs. Na prática, essas e outras APPs têm sido ignoradas na maioria dos núcleos urbanos brasileiros, realidade que se associa a graves prejuízos ambientais e, conseqüentemente, urbanos.

Teoricamente, por imposição da lei, as APPs são áreas cuja vegetação deve ser mantida intacta, admitida excepcionalmente sua supressão apenas nos casos de utilidade pública ou interesse social, legalmente previstos. As normas que regulam essa vegetação estão entre as interfaces mais mal trabalhadas entre a legislação ambiental federal e a questão urbana. As falhas presentes na legislação são apontadas como um dos fatores que mais contribuem para o descumprimento dessas normas em áreas urbanas (ARAÚJO, 2002).

Os instrumentos normativos de âmbito federal referentes às Áreas de Preservação Permanente são: Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965; Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002 e Resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002.

2.2.1.1 Benefícios Ambientais das Áreas de Preservação Permanente

Todos os benefícios advindos da adoção de boas práticas associadas à manutenção das APPs têm grande importância social e ambiental.

Os benefícios ambientais decorrentes da manutenção das APPs podem ser analisados sob dois aspectos. O primeiro deles, com respeito à importância das matas ciliares como componentes físicos do ecossistema. O segundo, com relação aos serviços ecológicos prestados pela flora existente, incluindo todas as associações por ela proporcionada com os componentes bióticos e abióticos do ecossistema (SKORUPA, 2003).

Quanto à importância física, as APPs podem ser favoráveis das seguintes formas:

- a) Em encostas acentuadas, promovendo a estabilidade do solo pelo emaranhado de raízes das plantas, evitando sua perda por erosão e protegendo as partes mais baixas do terreno, como as estradas e os cursos de água;
- b) Em áreas agrícolas, evitando ou estabilizando processos erosivos;
- c) Como quebra-ventos em áreas de cultivo;
- d) Nas áreas de nascentes, atuando como “amortecedor” das chuvas, evitando o seu impacto direto sobre o solo e a sua paulatina compactação. Com isso, o solo permanece poroso e capaz de absorver água das chuvas, alimentando o lençol freático. Em outro aspecto, evita que o escoamento superficial excessivo de água carregue partículas de solo e resíduos tóxicos provenientes das atividades agrícolas para o leito dos cursos de água;
- e) Nas margens de cursos d’água ou reservatórios, garantindo a estabilização de suas margens e evitando que o solo seja levado diretamente para o leito dos cursos. Isso evita o carreamento direto para o ambiente aquático de sedimentos, nutrientes e produtos químicos provenientes de partes mais altas;
- f) No controle hidrológico de uma bacia hidrográfica, regulando o fluxo de água superficial e subsuperficial, e, assim, do lençol freático.

Skorupa (2003) menciona que, quanto aos serviços ecológicos, as APPs podem ser úteis das seguintes formas:

- a) Geração de sítios para os inimigos naturais de pragas para alimentação e reprodução;
- b) Fornecimento de refúgio e alimento (pólen e néctar) para os insetos polinizadores de culturas;
- c) Refúgio e alimento para a fauna terrestre e aquática;
- d) Corredores de fluxo gênico para os elementos da flora e da fauna pela possível interconexão de APP adjacente ou com áreas de Reserva Legal;
- e) Detoxificação de substâncias tóxicas provenientes das atividades agrícolas por organismos da meso e microfauna associada às raízes das plantas;
- f) Controle de pragas do solo;
- g) Reciclagem de nutrientes;
- h) Fixação de carbono, entre outros.

2.2.1.2 Malefícios decorrentes da ausência de Áreas de Preservação Permanente

Apesar de serem preservadas por lei e de comprovadamente melhorarem a qualidade do ambiente, as APPs vêm sendo alvo de pressões antrópicas diante dos interesses conflitantes de uso e ocupação da terra, ocasionando sua destruição ao longo dos cursos de água para utilização antrópica da terra. A ausência dessas áreas pode acarretar diversos impactos ambientais negativos que, conseqüentemente, também influem no ambiente urbano, afetando toda a sociedade. Como exemplo, pode-se citar os seguintes impactos:

- a) Assoreamento de córregos e rios;
- b) Deslocamento e desaparecimento de nascentes;
- c) Desaparecimento da fauna aquática e terrestre;
- d) Agravamento de secas e cheias;
- e) Aumento da temperatura da água e diminuição do oxigênio;
- f) Escoamento direto de resíduos de agrotóxicos de áreas agrícolas diretamente para a água.

Kobiyama *et al.* (1998) destaca que na abordagem ambiental de microbacias a mata ciliar tem recebido especial atenção por ter funções importantes como a de

interceptação da radiação solar, diminuindo a temperatura das águas dos rios, manutenção de parte da cadeia alimentar aquática; e o de efeito de filtro, amenizando a deterioração da qualidade d'água.

Um dos exemplos emblemáticos nesse sentido se refere à questão da disponibilidade dos recursos hídricos, onde a frequente escassez de água para abastecimento em vários centros urbanos, bem como o recente racionamento no fornecimento de energia elétrica provocado pelo baixo nível dos reservatórios, poderiam ser atribuídos, em parte, à degradação crônica das matas ciliares e de áreas de nascentes em diversas bacias hidrográficas brasileiras nas últimas décadas (SKORUPA, 2003).

2.3 GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE AMBIENTAL

As primeiras experiências com geoprocessamento se deram na tentativa de automatizar parte do processamento de dados com características espaciais na Inglaterra e nos Estados Unidos, nos anos 50. O objetivo principal era reduzir custos com mapas, que eram de difícil produção e manutenção. Apesar dos esforços, poucos foram os resultados obtidos por causa da precariedade da informática daquela época.

Apenas na década de 80, o geoprocessamento inicia um período de acelerado crescimento, tornando-se uma ferramenta concreta para estudos variados. Tal crescimento se deu pelos avanços significativos nas áreas da microinformática e tecnologia espacial, pelo estabelecimento de centros de estudos sobre o assunto, e pela popularização e barateamento das tecnologias de geoprocessamento.

O termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica (CÂMARA e MEDEIROS, 1998). Tal disciplina vem influenciando e contribuindo de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise Ambiental, Transportes, Comunicações, Energia, Planejamento Urbano e Regional, Gestão Patrimonial e Ambiental, dentre outras. O objetivo final dessas aplicações é oferecer respostas a problemas, permitindo melhor compreensão das variáveis dentro do espaço geográfico (OLIVEIRA JUNIOR, 2008).

Sabendo da vasta gama de possibilidades de uso do geoprocessamento, diz-se que é uma tecnologia interdisciplinar, que permite a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos ambientais e urbanos. Ou ainda, que “o espaço é uma linguagem comum” para as diferentes disciplinas do conhecimento (CÂMARA *et al.*, 2001).

As atividades vinculadas ao geoprocessamento são conhecidas como geotecnologias, um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação com referência geográfica. As geotecnologias são compostas por soluções em *hardware*, *software* e *peopleware*, que, juntas se constituem em poderosas ferramentas para tomada de decisão. Dentre as geotecnologias estão os SIG - Sistemas de Informação Geográfica, Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto por Satélites, Sistema de Posicionamento Global (ex. GPS), Aerofotogrametria, Geodésia e Topografia Clássica, dentre outros (Fator GIS, 2007).

Cada vez mais instituições governamentais, empresas e a população incorporam o uso do geoprocessamento. No entanto, em se tratando de Brasil ainda existe uma grande carência de informações adequadas e/ou disponíveis para auxiliar na tomada de decisões de problemas urbanos, rurais e ambientais.

Com a evolução da tecnologia de geoprocessamento e de softwares gráficos, vários termos surgiram para as várias especialidades. O nome “Sistemas de Informação Geográfica” (ou “*Geographic Information System*” - GIS) é muito utilizado e em muitos casos é confundido com geoprocessamento. O geoprocessamento é o conceito mais abrangente e representa qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados, enquanto um SIG processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase em análises espaciais e modelagens de superfícies (Fator GIS, 2007).

Questões ambientais de todas as naturezas, origens e níveis têm sido observadas ao longo do tempo, e os impactos das ações humanas e dos fenômenos naturais vêm sendo estudados, e pública e freqüentemente discutidos e divulgados, especialmente nos últimos anos.

No capítulo 35 (Ciência para o Desenvolvimento Sustentável) da Agenda 21, é destacado o importante papel do sensoriamento remoto e dos SIGs como ferramentas para incrementar a eficiência na utilização de recursos e apontar para os caminhos viáveis para o desenvolvimento sustentável.

Butler e Walsh (1998, *apud* JACINTHO, 2003) salientam que o sensoriamento remoto e os SIGs são potentes ferramentas para gestão territorial, especialmente no que diz respeito à caracterização das paisagens e na análise de escalas, padrões e processos relacionados com os fenômenos ambientais.

Segundo Jacintho (2003), o mesmo progresso tecnológico que tem sido fator de degradação ambiental pode e vem sendo amplamente aplicado nos programas de planejamento, proteção, recuperação e monitoramento ambiental.

O geoprocessamento é útil na área ambiental para, por exemplo, monitorar áreas com maior necessidade de proteção ambiental, acompanhar a evolução da poluição da água e do ar, bem como níveis de erosão do solo, a disposição irregular de resíduos, gerenciar serviços de limpeza pública (acompanhando, por área da cidade, o volume de resíduos coletado e a análise de roteiros de coleta).

A análise ambiental é objeto de estudo entre os diversos ramos científicos para a determinação e compreensão dos fenômenos ambientais. Na pesquisa ambiental, as variáveis do ambiente estão em constante mutação, o que exige uma abordagem científica que permita generalizações a partir dos estudos realizados para se obter a compreensão da realidade através de sistemas ordenados (MOURA, 2003 *apud* SAMPAIO, 2007).

Para trabalhar esse processo altamente complexo da realidade, é necessário criar modelos de representação da realidade que sirvam para prognósticos sustentáveis diante das problemáticas do espaço (SAMPALIO, 2007).

Câmara *et al.* (2001) ainda menciona as quatro grandes dimensões dos problemas ligados aos Estudos Ambientais, área em que é grande o impacto do uso da tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica:

- a) Mapeamento Temático;
- b) Diagnóstico Ambiental;
- c) Avaliação de Impacto Ambiental;
- d) Ordenamento Territorial.

A utilização de ferramentas de geoprocessamento permite trabalhar sob diversas maneiras com cada um dos problemas mencionados anteriormente, conforme as necessidades, objetivos e a complexidade de cada estudo.

2.3.1 Sistema de Informação Geográfica

O termo “Sistema de Informações Geográficas” é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. Câmara (1998) indica as principais características de um SIG:

- a) inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de meio físico-biótico, de dados censitários, de cadastros urbano e rural, e outras fontes de dados, como imagens de satélite e GPS;
- b) oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar e visualizar o conteúdo da base de dados geográficos.

Os SIGs evoluíram de uma simples ferramenta analítica para uma nova disciplina, a tecnologia da informação geográfica (GOODCHILD, 1992, apud OLIVEIRA JUNIOR, 2008). Hoje, o SIG é um poderoso conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados espaciais sobre o mundo real para um determinado propósito.

Atualmente, os SIGs atingiram o que se pode chamar de “terceira geração”, caracterizada pelo surgimento das bibliotecas digitais ou centros de dados geográficos. Tal geração destina-se ao gerenciamento de bases de dados geográficas acessadas por redes locais ou remotas com interface via *Web*, com o objetivo principal de trocar informações entre instituições e a sociedade.

Um SIG geralmente apresenta quatro tipos de componentes básicos: um subsistema de entrada e integração de dados; um de armazenamento e recuperação de dados; um de manipulação permitindo a análise e geração de dados derivados; e um subsistema para apresentação dos dados tanto em forma tabular como gráfica. O sistema pode integrar dados de diversas fontes e criar bancos de dados georreferenciados, incorporando informações espaciais como imagens de satélite, dados de censo, cadastro urbano e rural. Potencialmente, o SIG é um poderoso recurso que viabiliza a análise, manipulação, integração, representação e disseminação de informações espaciais. (OLIVEIRA JÚNIOR, 2008).

2.3.2 Banco de Dados Espaciais

O banco de dados é fundamental para o uso das ferramentas de um SIG. Consiste num conjunto de dados organizados permitindo um acesso rápido e fácil às informações armazenadas. O banco de dados geográfico é composto basicamente por dois tipos de dados: dados gráficos (entidades espaciais) e seus respectivos atributos.

Os dados espaciais têm a finalidade de representar a forma e posição dos elementos em uma superfície. Na tabela de atributos estão contidas as informações sobre as entidades espaciais, é onde se descrevem as características e cada feição geográfica armazenada, ou seja, os atributos ampliam a riqueza da informação (LISBOA FILHO e IOCHPE, 2001)

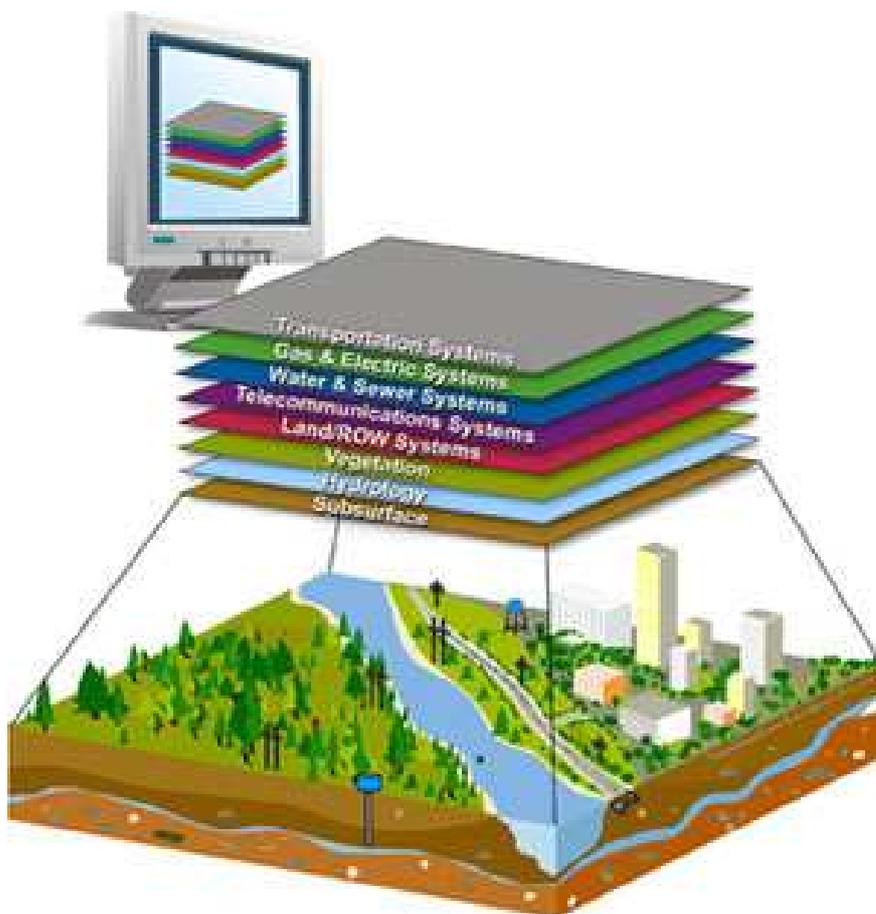
Os bancos de dados espaciais possibilitam a representação de redes geográficas complexas, o relacionamento entre classes de feições e a realização de rotinas para a análise espacial dos dados, produzindo novas informações. Pode-se dizer que um banco de dados geográficos é uma coleção de dados referenciados espacialmente, que funciona como um modelo da realidade.

2.3.3 Planos de Informação

Os dados em SIG são estruturados em *layers* (camadas), os quais armazenam, separadamente, tipos diversos de informação. Um *layer* é também chamado de plano de informação (PI), conceito estabelecido a partir do processo de interpretação da realidade em mapas.

Normalmente, as camadas de informação são agregadas por tema. Dessa forma, a realidade passa a ser representada por estratos. A Figura 2 simula a sobreposição de vários *layers* para formação de um mapa.

Figura 2 – Exemplo de planos de informação



Fonte: EMA Inc., 2009

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 MÉTODO DA PESQUISA

A presente pesquisa é de natureza aplicada, pois visa à utilização do conhecimento em situação prática (SILVA; MENEZES, 2005), contribuindo, ao seu término, com instrumentos e mecanismos de gestão voltados para o fenômeno urbano abordado – vulnerabilidade socioambiental, pois o foco da pesquisa está diretamente relacionado à metodologia.

Além dos objetivos explicitados na introdução desta dissertação, um dos intuitos consiste na criação de familiaridade com o problema apresentado, sendo portanto, uma pesquisa exploratória (GIL, 2002). “Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições” (GIL, 2002).

Considerando, ainda, a forma sob a qual se pretende abordar o problema, a presente pesquisa é de ordem quantitativa e qualitativa, pois, ao mesmo tempo em que procura a tradução das informações em números com o intuito de classificá-las, considera que há relações entre os acontecimentos reais e os sujeitos participantes, cuja subjetividade não pode ser traduzida numericamente (SILVA; MENEZES, 2005).

Para aprofundamento do tema estudado, adotou-se a metodologia de Estudo Aplicado, realizado no município de Almirante Tamandaré (PR). Este estudo aprofunda vários objetos de forma que se permite o seu amplo e detalhado conhecimento. A pesquisa, então, é aplicação de métodos a um único município, onde se pretende aprofundar os métodos e avaliar a vulnerabilidade socioambiental. Para isso, adotou-se um município para trabalhar profundamente e, enfim, mapear áreas vulneráveis.

3.2 TÉCNICAS DA PESQUISA

De forma a permitir que os fenômenos estudados se insiram em um modelo consistente de análise, são apresentados a seguir os procedimentos metodológicos adotados. Segundo Gil (2002), a metodologia abrange os aspectos referentes ao

Planejamento da Pesquisa, considerando o ambiente de coleta dos dados e a forma de controle das variáveis adotadas. Dentro desse contexto, esta pesquisa se estrutura a partir de três fases complementares: exploratória, descritiva e analítica.

3.2.1 Fase 1 – Exploratória

Esta primeira fase, de caráter exploratório, proporcionou uma aproximação teórico-conceitual com a temática das Vulnerabilidades Socioambientais, da qual resultou a Revisão da Literatura apresentada no Capítulo 2 desta dissertação. Para sua elaboração, utilizou-se como técnica de pesquisa a análise bibliográfica e documental, que foram divididas em três partes: Vulnerabilidades Socioambientais, Ambientes Urbanos Sensíveis e Geoprocessamento na Análise Ambiental.

3.2.2 Fase 2 - Descritiva

Esta etapa se relacionou à elaboração do estudo aplicado, tendo por objetivo identificar e mapear as vulnerabilidades socioambientais da área de estudo, por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), pelo qual todas as informações são georreferenciadas, permitindo assim a espacialização e integração dos dados por meio de cartas temáticas. A representação espacial de valores torna-se essencial nesta parte do trabalho, pois acrescenta às informações disponíveis uma nova dimensão para a análise. Trata-se não só de saber quem e quantos, mas também onde estão as pessoas ou famílias em situação de vulnerabilidade.

A identificação das vulnerabilidades socioambientais existente na área de estudo foi feita mediante a construção e análise de indicadores de vulnerabilidade social e ambiental, baseados em alguns dados relativos ao tema, disponíveis no censo demográfico realizado pelo IBGE, no ano de 2000, e as características ambientais da área, por meio de cartas temáticas (Quadro 1).

Quadro 1 – Relação de dados utilizados para a caracterização da área de estudo e aplicação da metodologia de avaliação da vulnerabilidade socioambiental

MAPA / DADOS	ESCALA DE ELABORAÇÃO	FONTE	ANO
Divisas Municipais	1:50.000	ITCG	2006
Perímetro Urbano	-	Plano Diretor de Almirante Tamandaré	2006
Malha dos Setores Censitários	-	IBGE	2000
Variáveis Socioeconômicas	-	IBGE	2000
Topografia	1:10.000	SUDERHSA	2000
Hidrografia	1:10.000	SUDERHSA	2000
Geologia	1:150.000	MINEROPAR e UFPR	2004
Áreas de Influência do Karst	1:125.000	COMEC	2002
Avaliação do Karst	1:125.000	COMEC e Plano Diretor de Almirante Tamandaré	2002 e 2006
Geomorfologia	1:250.000	MINEROPAR e UFPR	2006
Solos	1:50.000	EMBRAPA e EMATER	1999
Uso do Solo	1:10.000	Paraná Cidade	2006
Índices de Erosividade das Chuvas	-	Waltrick	2010
Imagens de Satélite	1:4.000	Google Earth Pro	2009

Fonte: o autor, 2011

Segundo Jannuzzi (2009), à semelhança do espaço geométrico euclidiano, em que é necessário um sistema de coordenadas para definir um ponto, o espaço social requer um sistema de indicadores, referido a múltiplas dimensões, para caracterizar um fenômeno social, neste caso, a vulnerabilidade social. Por meio da sobreposição de cartas temáticas das variáveis sociais e ambientais, foi possível fazer a identificação das áreas mais críticas no quesito vulnerabilidade socioambiental.

3.2.2.1 Identificação da Vulnerabilidade Socioambiental

A metodologia de identificação da vulnerabilidade ambiental da área de estudo consistiu na integração lógica de diferentes dados, do ponto de vista físico, biótico e legal. Nesse sentido, buscou-se avaliar a fragilidade ambiental e identificar e mapear as áreas legais de preservação permanente (APP). O conjunto de todas essas informações foi integrado em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), podendo-se estruturar um Sistema de Indicadores de Vulnerabilidade Ambiental (SIVA). Após a identificação de todos estes indicadores de vulnerabilidade ambiental, com o auxílio do geoprocessamento, pode-se realizar várias

sobreposições de cartas temáticas, sob as diversas ópticas para fazer uma análise integrada.

3.2.2.1.1 Fragilidade Ambiental

A carta de fragilidade ambiental (FA) foi elaborada por meio da superposição das informações de declividade, de erosividade das chuvas, solos, geologia e uso e ocupação do solo. Para que fosse possível realizar o cruzamento entre os diferentes níveis de informações e representá-los, foi feita uma hierarquização de suas classes e atribuídos valores (pesos). Tal hierarquização foi escalonada, segundo a proposta de Ross (1994) em cinco classes de fragilidade (Quadro 2).

A metodologia da fragilidade empírica proposta por Ross (1994) fundamenta-se no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre suas componentes físicas e bióticas. Os procedimentos operacionais para a sua construção exige, num primeiro instante, os estudos básicos do relevo, solo, geologia, clima, uso da terra, cobertura vegetal, etc. Posteriormente, essas informações são analisadas de forma integrada gerando um produto síntese que expressa os diferentes graus de fragilidade que o ambiente possui em função de suas características genéticas.

Quadro 2 – Ponderação e classificação das fragilidades ambientais

Escala	Classificação
1	Muito baixo
2	Baixo
3	Médio
4	Alto
5	Muito alto

Fonte: Ross, 1994

Portanto, a primeira etapa para se obter as unidades de fragilidade ambiental, foi realizar o levantamento dos níveis de informações e organizar as cartas temáticas de cada indicador adotado.

O mapeamento da fragilidade ambiental exige a execução de inúmeros produtos intermediários que auxiliam na análise do produto final. O objetivo deste trabalho consiste em mapear a fragilidade ambiental utilizando técnicas de geoprocessamento, como Modelagem Numérica do Terreno (MNT), Sensoriamento

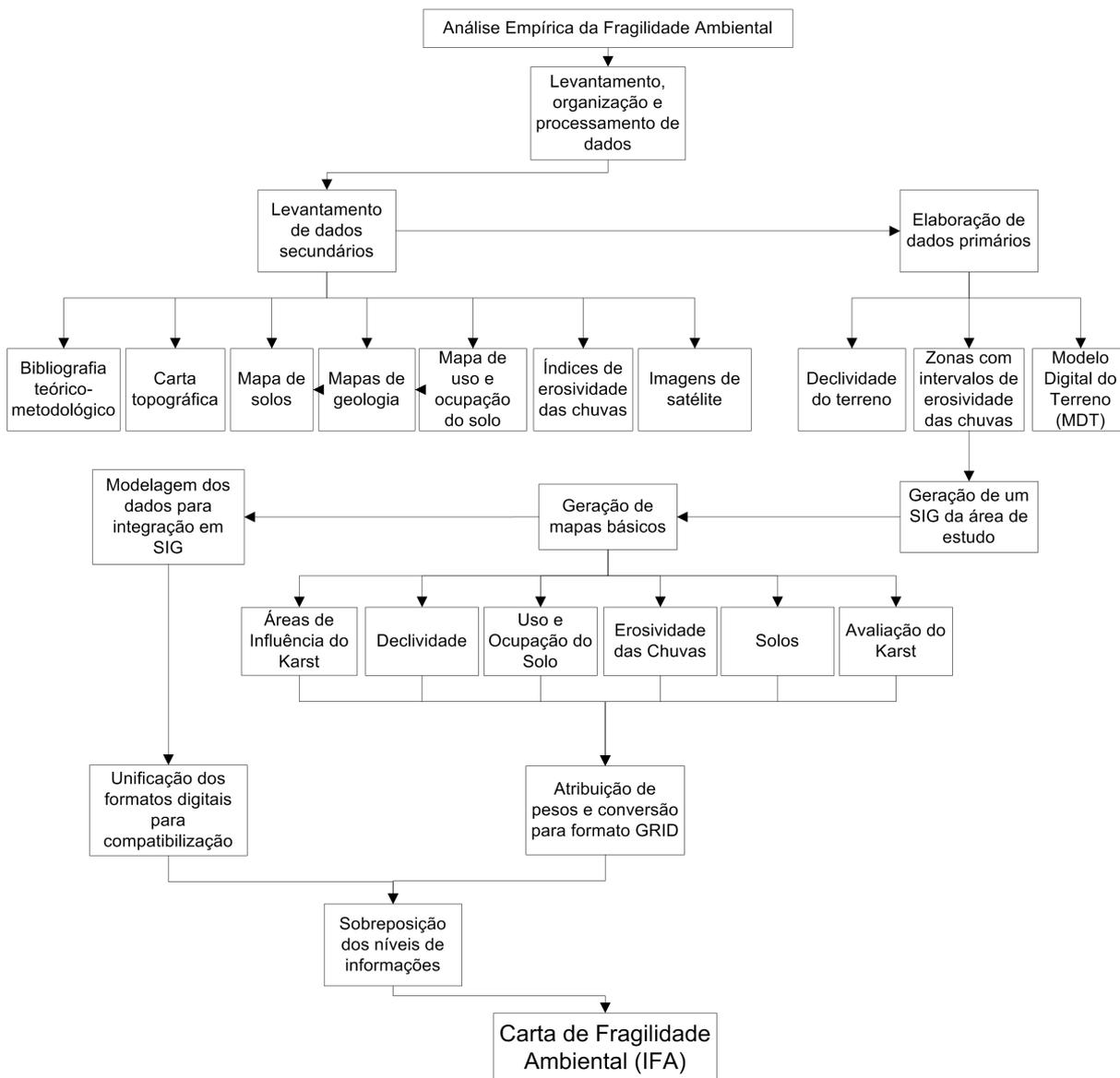
Remoto (SR) e álgebra de campo. A partir do MNT, foram geradas cartas derivadas que auxiliaram na elaboração dos produtos intermediários. Os dados de SR foram utilizados para o detalhamento do mapa de uso e cobertura vegetal. A álgebra de campo permitiu combinar as diferentes informações gerando o mapa síntese.

A integração dos parâmetros analisados foi realizada com o uso do geoprocessamento, no *software ArcGIS*, pela soma dos GRIDs criados. Os GRIDs são resultados da conversão das informações espaciais, em formato vetorial, para um modelo retangular do terreno. O formato GRID é uma grade regular, representada por uma malha quadriculada de dimensão espacial definida, assemelhando-se ao formato matricial, composto por *clusters*.

As etapas que constituem este trabalho podem ser evidenciadas na implementação esquemática da Figura 3, sendo feita primeiramente a organização e processamento de dados e análise dos temas, através do levantamento de dados primários, organização dos dados secundários e modelagem de ambos para integração no SIG. Após isso, foram elaboradas as cartas de solos, declividade, erosividade e uso e ocupação do solo.

Com a definição dos parâmetros de fragilidade ambiental e mapeamento de cada uma, foram, então, geradas as cartas temáticas de fragilidade ambiental do município de Almirante Tamandaré. A seguir, é explanada a construção de cada um dos 5 indicadores de fragilidade.

Figura 3 – Estrutura da análise empírica da fragilidade ambiental



Fonte: o autor, 2011

3.2.2.1.1 IFA(1) - Declividade

De acordo com Silveira, Oka-Fiori e Zai (2006), a análise da declividade das vertentes possibilita evidenciar a distribuição das inclinações de uma superfície do terreno na paisagem, sendo esta uma característica importante na análise do balanço morfogênese/pedogênese, uma vez que a inclinação das vertentes representa um dos fatores importantes que contribuí na instabilidade das encostas, ocasionada pelo fluxo torrencial do escoamento que se dá na superfície, acarretando consequentes processos erosivos e movimentos coletivos de materiais.

A representação cartográfica da declividade adotada segue a proposta de Biasi (1992) que estabelece uma chave com cinco classes, apoiando-se no sentido técnico e no aspecto normativo de seu uso. O autor define os intervalos como: (1) inferior a 5%, limite utilizado internacionalmente para uso urbano-industrial e em trabalhos de planejamento urbano; (2) 5 a 12%, limite máximo do emprego da mecanização na agricultura; (3) 12 a 30%, limite máximo de acordo com a legislação – Lei 6766/79, que o define como o limite máximo para urbanização sem restrições; (4) 30 a 47%, limite baseado no Código Florestal, que estabelece como máximo de corte raso 25º (47%); e (5) superior a 47%, conforme o artigo 10 do Código Florestal que não permite o corte raso da vegetação em áreas com inclinação entre 25º a 45º (100%) e as áreas com mais de 45º são definidas como Áreas de Preservação Permanente.

A carta de declividade do município de Almirante Tamandaré foi gerada em SIG, através de Modelagem Digital do Terreno (MDT), no software 3D Analyst – módulo complementar do ArcGIS, utilizando-se da base cartográfica digital, elaborada em escala 1:10.000, com curvas de nível com equidistância altimétrica de 5 metros (SUDERHSA, 2000). No programa computacional, as entidades linhas, que representam as curvas de nível, receberam atributos numéricos dos valores de cota e, após isso, foram convertidas em entidades tridimensionais, bem como os pontos de cotas de topos de morros e os canais de drenagem. Depois, foi processado um sistema de triangulação irregular sobre a base de dados, que se constituiu no modelo tridimensional do terreno. Sobre esse modelo, foram organizadas as classes de declividade, hierarquizando e atribuindo pesos a cada uma delas (Quadro 3). Para os terrenos com menores inclinações, foram atribuídos pesos menores e os com declividades maiores pesos mais elevados.

Quadro 3 – Ponderação e classificação da declividade

Classes de Declividade	Escala	Classificação
< 5%	1	Muito baixo
5 a 12%	2	Baixo
12 a 30%	3	Médio
30 a 47%	4	Alto
> 47%	5	Muito alto

Fonte: Biasi, 1992

3.2.2.1.1.2 IFA(2) – Pedologia

A carta de solos apresenta os diferentes tipos de solos que recobrem a área de estudo e, a partir dela, foram extraídas as informações utilizadas no estudo da fragilidade ambiental. As classes de solos obtidas e apresentadas nesse trabalho foram mapeadas por EMBRAPA e EMATER (1999) e adaptadas para a nova classificação de solos (EMBRAPA, 2006). A escala das informações de solos é 1:50.000, apresentando unidades organizadas por grupo, com as descrições do horizonte A e a característica textural.

A hierarquização dos solos foi organizada segundo seu grau de fragilidade, aqui entendida como sua susceptibilidade à erosão, deslizamento e colapso, com base nas aplicações de Silveira, Oka-Fiori e Zai (2006), que consideram, no estudo de fragilidade dos solos, as características físicas de cada unidade de solo: maturidade do horizonte B e descontinuidade vertical, espessura do horizonte superficial associado à quantia de matéria orgânica e a característica textural. Também em casos onde as unidades de solos são compostas por associações de mais de um grupo, é aplicada uma média ponderada.

A fragilidade do solo ou erodibilidade corresponde à vulnerabilidade do solo à erosão. As diferenças nos atributos físicos e químicos explicam em muitos casos o fato de alguns solos erodirem mais que outros mesmo estando expostos a uma mesma condição ambiente.

O Quadro 4 apresenta a hierarquização da vulnerabilidade para os tipos de classe, considerando o primeiro nível categórico (ordem). Para a hierarquização das unidades de solos foram adaptadas as propostas de Ross (1994), Crepani *et al.* (2001) e Silveira *et al.* (2005), que consideram os horizontes diagnósticos de subsuperfície e a textura dos solos. Nessa avaliação de atribuição dos pesos foram consideradas as vulnerabilidades aos processos de erosão, movimentos de massas, colapsos e contaminação dos solos.

Quadro 4 – Ponderação e classificação dos solos

Classes de Solos	Escala	Classificação
Latossolo	1	Muito baixo
Nitossolo	2	Baixo
Argissolo Cambissolo	3	Médio
-	4	Alto
Neossolo (litólico e quartzarênico) Espodossolo Gleissolo Organossolo	5	Muito alto

Fonte: Silveira, Oka-Fiori e Zai, 2006

3.2.2.1.1.3 IFA(3) – Erosividade das Chuvas

A causa fundamental da erosão hídrica é a ação da gota da chuva sobre o solo, combinada com a enxurrada e a resistência do solo a esta ação. Ao efeito da chuva, dá-se o nome de erosividade, e a resistência do solo a este processo de erodibilidade. A primeira é medida em $MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ ano^{-1}$ e a segunda em $t\ h\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$, sendo as unidades MJ (megajoule), mm (milímetro), ha (hectare), h (hora) e t (tonelada). A erosividade é influenciada pela forma, tamanho e distribuição das gotas. Estas, ao caírem estão suscetíveis à resistência do ar, que determina a sua velocidade terminal. A velocidade terminal das gotas e a duração da chuva estabelecem a intensidade e a quantidade total de chuva (COGO e BERTOL, 1998).

A quantificação das perdas de solo por erosão hídrica tem como objetivo principal auxiliar na definição das técnicas de manejo e práticas conservacionistas adequadas para cada região, minimizando desta forma os prejuízos ambientais e econômicos. Dada sua importância, existe um grande número de pesquisas relacionadas com o assunto (ROQUE *et al.*, 2001; COLODRO *et al.*, 2002; BEUTLER *et al.*, 2003; BERTOL *et al.*, 2004; PROCHNOW *et al.*, 2005; MOREIRA *et al.*, 2008). A metodologia mais utilizada nessas pesquisas é a predição da taxa de perda de solo através da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), também conhecida pela sigla em inglês como (USLE). A nomenclatura Equação Universal se deu pela possibilidade de ser aplicada em qualquer região. Fato este que só foi possível com inovações introduzidas que permitiram superar dificuldades ligadas a fatores climáticos e geográficos existentes nas primeiras equações (ALBUQUERQUE *et al.*, 2005). A USLE proposta por WISCHMEIER e SMITH (1978)

é dada por: $A = R.K.L.S.C.P$. Esta equação engloba um conjunto de fatores naturais e antrópicos. Os fatores naturais são descritos pela erosividade da chuva (R), erodibilidade do solo (K), o comprimento da encosta (L) e a declividade da encosta (S). Os fatores antrópicos são descritos pelo uso e manejo do solo (C) e práticas conservacionistas (P), sendo (A) a variável dependente que expressa a taxa anual de perdas de solo (MELLO *et al.*, 2006).

A caracterização do fator R da USLE requer cálculos de índices relacionados com a energia cinética das chuvas, a intensidade e o total precipitado. Na metodologia original proposta por Wischmeier e Smith, era necessário somar a intensidade de cada aclave da curva do pluviograma que representa a chuva. Com o objetivo de reduzir a morosidade dos cálculos, pesquisas foram realizadas e correlacionaram intensidades máximas em determinados intervalos de tempo com a erosividade total da chuva. Os valores subscritos representam estes intervalos de tempo em minutos. No Brasil, pesquisas compararam os índices de erosividade EI5, EI10, EI15, EI20, EI25, EI30, EI35, KE>10 e KE>25. O termo EI_t indica que a erosividade foi estimada considerando o intervalo de tempo subscrito em que a chuva foi mais intensa. Os termos KE>10 e KE>25 indicam que a erosividade foi estimada considerando apenas as chuvas com precipitação superior a 10 mm e 25 mm respectivamente. MORAIS *et al.* (1988) e CARVALHO *et al.* (1989) concluíram que os índices EI30 e o KE>25 apresentaram excelente grau de correlação com as perdas de solo para as localidades estudadas. Embora exista alta correlação dos índices KE>25 e EI30 com a erosividade das chuvas, esse último tem sido mais utilizado para estimar o fator R da USLE. (MARTINS *et al.*, 2003; RUFINO *et al.*, 1993; COGO *et al.*, 2003; BAZZANO *et al.*, 2007; MELLO *et al.*, 2007). O EI30 representa a erosividade de uma chuva, estimada a partir da sua intensidade máxima em 30 minutos. A soma dos EI30 de cada chuva ao longo do mês estima o EI30 mensal. A soma deles possibilita estimar o EI30 anual. A média dos EI30 anuais, ao longo de pelo menos 22 anos, representa o fator R da USLE. Estimar o EI30 exige dados pluviográficos, que nem sempre apresentam séries históricas longas para as diferentes localidades que se pretende estimar. LOMBARDI NETO (1977) estimou o índice de erosividade médio mensal no município de Campinas (SP), por meio de um coeficiente de chuva chamado por ele de R_c, utilizando, exclusivamente, registros pluviométricos. A partir deste coeficiente de chuva, o índice EI30 pode ser estimado através de uma equação de ajuste. Em diversos

municípios e regiões do Brasil. Essa correlação tem se mostrado altamente significativa, geralmente com elevados coeficientes de determinação encontrados para outras equações de regressão específicas para os locais estudados, onde o R_c é a variável independente (SILVA e DIAS, 2003). Portanto, nas localidades que não possuem longas séries históricas de dados pluviográficos pode-se estimar o índice EI30 através de dados pluviométricos (RUFINO *et al.*, 1993; MORETI *et al.*, 2003; CARVALHO *et al.*, 2005; GONÇALVES *et al.*, 2006). Para isso, faz-se necessária a determinação do R_c , obtida a partir de dados de precipitação média mensal e precipitação média anual.

Os índices de erosividade corresponderam aos valores calculados por Waltrick (2010). Em sua pesquisa o autor (*op. cit.*) determina índices de erosividades médias mensais e anuais com dados pluviométricos de 114 estações do Paraná, que possuíam dados mensais completos no período de 01/01/1986 a 31/12/2008. O método utilizado por Waltrick (2010) é baseado nos estudos de Rufino *et al.* (1993), Lombardi Neto (1977), Castro Filho *et al.* (1982) e Foster *et al.* Portanto, os índices de erosividade utilizados nesta dissertação são uma atualização de métodos consagrados.

Com os valores de erosividades médias mensais e anuais de 114 localidades do estado do Paraná foi possível plotar em um sistema cartesiano para gerar um mapa isoerodente, onde os índices de erosividade são interpolados para gerar isolinhas de índices de toda a região do Estado. Cabe salientar que a análise desses índices serve para analisar o potencial erosivo em função das chuvas, pois esse modelo considera apenas dados de pluviometria e, em municípios totalmente urbanizados como Curitiba, os índices reais de erosão são baixos, devido à ocupação que se dá principalmente pela impermeabilização e compactação de solos.

Após a interpolação dos pontos, contendo informações de erosividade, as zonas, ou áreas de influência foram agrupadas em categorias, conforme proposto por Ross (1994), sendo: <250, de 250 a 500, de 500 a 750, 750 a 1000 e >1000 $MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ ano^{-1}$ (Quadro 5).

Quadro 5 – Ponderação e classificação da erosividade das chuvas

Classes de Erosividade <i>MJ mm ha-1 h-1 ano-1</i>	Escala	Classificação
< 250	1	Muito baixo
250 a 500	2	Baixo
500 a 750	3	Médio
750 a 1000	4	Alto
> 1000	5	Muito alto

Fonte: Waltrick, 2010 e Ross, 1994.

3.2.2.1.1.4 IFA(4) – Uso e Ocupação do Solo

As informações relativas ao uso do solo são representadas nesse trabalho pelas atividades antrópicas e pela cobertura vegetal. Esse tema é de elevada importância para avaliação e mapeamento da fragilidade emergente, uma vez que a ação do homem altera os processos naturais de uma paisagem, à medida que influencia a atuação dos processos. É difícil avaliar todas as possíveis formas de influência da cobertura vegetal natural na estabilidade das vertentes, mas alguns aspectos importantes podem ser investigados e integrados na análise clássica da estabilidade de vertentes, quais sejam: resistência do sistema solo-raiz, peso da cobertura vegetal, efeito de "atirantamento" das raízes e força de arrasto do vento atuando nas copas das árvores.

A cobertura vegetal representa também um agente de equilíbrio da paisagem: (1) evita o impacto direto da precipitação contra o terreno, fato que ocasiona a desagregação das partículas e reduz a porosidade do solo; (2) impede a compactação do solo, aumentando sua capacidade de infiltração e reduzindo, assim, o escoamento superficial; (3) mantém a sobrevivência de organismos biológicos, e suas relações que influem também na permeabilidade e porosidade do solo. Portanto, a atuação da cobertura do solo na dinâmica da paisagem está diretamente ligada a sua capacidade de proteção.

A base das informações utilizadas para o uso do solo foram as cartas de uso e ocupação do solo que recobrem a área do município, na escala 1:10.000 (Paraná Cidade, 2006). Por meio delas foi possível um detalhamento melhor quanto à cobertura vegetal e também a identificação das classes de uso, apoiando-se em levantamento de campo quando foram percorridas algumas áreas do município, fazendo-se a anotação das coordenadas com uso de aparelho GPS. Outra forma de refinamento da carta de uso e ocupação do solo foi a comparação com imagens de

satélite do Google Earth Pro (2009). Assim, todo o refinamento da carta de uso e ocupação do solo foi feito através de vetorização para gerar os polígonos da camada de integração.

As classes definidas na carta de uso do solo (Quadro 6) são:

- a) áreas com cobertura florestal em estágio sucessional avançado ou intermediário, que apresentam muito alta proteção do solo, hierarquizadas como muito baixa fragilidade, cujo peso atribuído foi “1”;
- b) áreas compostas por formações pioneiras e refúgios montanos e altomontanos, categorizadas com baixa fragilidade, peso “2”;
- c) áreas com cobertura florestal em estágio de sucessão inicial ou reflorestamento, hierarquizadas com intermediário grau de fragilidade, peso “3”;
- d) usos antrópicos de agricultura, pecuária ou campos, agrupados na classe de baixa proteção do solo ou alta fragilidade, peso “4”, uma vez que proporcionam a homogeneização na cobertura dos solos, alterando a impermeabilização, o escoamento superficial das águas pluviais e demais características na dinâmica das vertentes;
- e) áreas com solo exposto ou mineração, agrupados na classe com peso “5”.

Quadro 6 – Ponderação e classificação do uso e ocupação do solo.

Classes de Uso e Ocupação do Solo	Escala	Classificação
Cobertura florestal em estágio sucessional avançado e intermediário	1	Muito baixo
Áreas compostas por formações pioneiras e refúgios montanos e altomontanos Área urbana consolidada	2	Baixo
Cobertura florestal em estágio de sucessão inicial Reflorestamento	3	Médio
Agricultura Pecuária Campos	4	Alto
Solo exposto Área de mineração	5	Muito alto

Fonte: Adaptado de Ross, 1994

3.2.2.1.1.5 IFA(5) – Geologia

Esta variável no estudo das fragilidades ambientais é essencial, uma vez que a geologia é a base para estabilidade de terrenos. Além disso, a atribuição dessa

variável tornou-se fundamental neste estudo, devido à maior fragilidade do aquífero Karst perante outras regiões. Portanto, para o mapeamento da fragilidade ambiental quanto às características geológicas, foram considerados dois aspectos: áreas de influência e avaliação do Karst, ambos os estudos elaborados pela COMEC (2002) e Plano Diretor Municipal (2006).

O estudo realizado por COMEC (2002) sobre o Karst indicou existirem 483 células com área média de 0,319 km², ocupando uma área total de 153,87 km². Do total encontrado, 84% das células têm áreas inferiores a 0,5 km² e 2,3% possuem áreas superiores a 2 km².

A área de estudo do Karst se insere dentro dos metacalcários dolomíticos que se distribuem em duas faixas, sendo uma a sul, de Campo Magro a Bocaiúva do Sul, com larguras entre dois e cinco quilômetros; e outra a norte, paralela à primeira, com largura no sentido nordeste de três a sete quilômetros, passando por Itaperuçu, Rio Branco do Sul e Bocaiúva do Sul (ARAÚJO, 2006).

Entre essas duas faixas, existem diferenças geomorfológicas. Segundo Araújo (2006 *apud* COMEC, 2002): “o dolomito da faixa norte apresenta-se geralmente quase aflorante, possui uma cobertura de solo residual pouco espessa e exibe um relevo ondulado. As rochas carbonáticas da faixa sul são frequentemente cobertas por sedimentos argilo-arenosos, que atingem ocasionalmente 50 m de profundidade, e caracterizam-se geralmente por um relevo plano.”

Esse estudo desenvolvido por COMEC (2002) definiu basicamente, para as rochas da Formação Capiçu, duas zonas, denominadas de Zona de Influência Direta e Zona de Influência Indireta.

A Zona de Influência Direta é definida como “situada diretamente sobre os metacalcários dolomíticos, caracterizada, por um lado, por maior vulnerabilidade ambiental e geotécnica, e por outro lado, por estar diretamente relacionada às características de recarga e produção do aquífero.” COMEC (2002).

A Zona de Influência Indireta é definida como “compreendida pelas áreas de quartzitos e filitos intercalados por metacalcários dolomíticos e pelas áreas das rochas do entorno, cuja drenagem corre para os calcários.” COMEC (2002).

Assim, considerando as áreas de influência do Karst, foram definidas as seguintes escalas de vulnerabilidade para este quesito (Quadro 7):

Quadro 7 – Ponderação quanto as zonas de influência do Karst

Classes de Uso e Ocupação do Solo	Escala	Classificação
Áreas sem Influência do Karst	1	Muito baixo
-	2	Baixo
-	3	Médio
Zona de influência Indireta	4	Alto
Zona de influência Direta	5	Muito alto

Fonte: Adaptado de COMEC, 2002

Uma informação preponderante para a análise do uso e ocupação do solo diz respeito ao fato de que todas as células do Karst podem agir como pontos de recarga e, por conseguinte, são capazes de absorver qualquer elemento poluidor que seja transportado pela água das chuvas COMEC (2002).

Nesse sentido, além da ocupação controlada nas áreas de influência direta do Karst, deverão ser controlados a drenagem superficial e o esgotamento sanitário das áreas de influência indireta.

A ocupação urbana em áreas cársticas normalmente ocorre sobre as áreas de influência direta, devido às suas características de topografia favorável, como as planícies cársticas. Estas áreas encobrem a complexidade da dinâmica do Karst, suas estruturas subterrâneas (cavidades, cavernas) e zonas de extrema sensibilidade, e que não devem ser ocupadas pelos riscos de afundamento dos terrenos.

São considerados locais mais frágeis as zonas e pontos de recarga do aquífero, chamadas de estruturas de recarga, em especial os poljés, as planícies aluvionares e as dolinas (COMEC, 2002).

Quanto às características das Áreas de Influência Direta do Karst, a escala de vulnerabilidade se deu da seguinte forma (Quadro 8):

Quadro 8 – Ponderação quantos as áreas de influência direta do Karst

Classes de Uso e Ocupação do Solo	Escala	Classificação
Áreas sem Influência do Karst	1	Muito baixo
Bacias de drenagem exogênicas em relação ao Karst (Localizadas fora do Karst, mas com escoamento para o interior do sistema cárstico)	2	Baixo
Áreas de Epicarste exposto (Feições cársticas parcialmente encobertas e presença de torres, karren (exposição do metacalcáreo em solo), cavidades naturais e cavernas de dissolução)	3	Médio
Áreas de epicarste encoberto e não-inundável (Ausência de feições cársticas expostas: planícies cársticas terraceadas, rampas de colúvio e rampas de colúvio terraceadas)	4	Alto
Áreas de epicarste encoberto e inundável (dolinas, sumidouros, poços, depressões de subsidência cárstica, dolinas de subsidência e planícies cársticas)	5	Muito alto

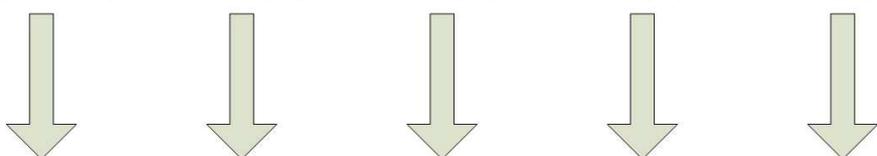
Fonte: Adaptado de COMEC (2002) e PDM (2006).

Assim, a fragilidade ambiental quanto à geologia foi definida pela média aritmética das variáveis consideradas neste quesito. O mapeamento final da fragilidade geológica foi utilizado para a geração do IFA (Indicador de Fragilidade Ambiental), composto pelos indicadores aqui apresentados.

3.2.2.1.1.6 IFA – Indicador de Fragilidade Ambiental

Após a geração de cada carta temática dos índices utilizados no Índice de Fragilidade Ambiental, pode-se, então, gerar a carta temática do IFA. Esse indicador busca retratar, de maneira geral, a situação de fragilidade ambiental na área de estudo. O método técnico-operacional utilizado nessa dissertação foi proposto por Ross (1994), segundo o qual existem vários outros estudos (CREPANI *et al*, 1996) buscando agregar parâmetros e alterar os pesos adotados nas classes desses parâmetros, mas, de forma geral esta metodologia sempre é baseada em médias, sejam aritméticas ou ponderadas. O IFA estruturado neste trabalho seguiu os estudos já feitos por outros pesquisadores (ROSS, 1994; CORDEIRO, OKA-FIORI, CANALLI, FIORI, SILVEIRA e SILVA, 2007) e é formado pela média aritmética dos 5 Indicadores de Fragilidade Ambiental construídos, o qual se deu da seguinte forma (Figura 4):

Figura 4 – Equação para cálculo da fragilidade ambiental (IFA)

$$\text{IFA} = (IFA(1) + IFA(2) + IFA(3) + IFA(4) + IFA(5)) / 5$$


Declividade **Pedologia** **Erosividade das chuvas** **Uso e Ocupação do Solo** **Geologia**

Fonte: o autor, 2011

Após o resultado do IFA obtido em cada GRID, foi possível elaborar uma carta temática de fragilidade ambiental do município em estudo, segundo a qual, para cada GRID, foi possível ser estabelecido o grau de vulnerabilidade, considerando os indicadores selecionados. Além disso, a construção de uma carta temática de

fragilidade ambiental serviu para a sobreposição com outros parâmetros de vulnerabilidade, por meio da qual, posteriormente, foi possível realizar a análise integrada entre as duas dimensões (social e ambiental).

3.2.2.1.2 Identificação e Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente

O SIG é um sistema computadorizado destinado à aquisição, produção, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados geograficamente referenciados. Tais dados, depois de processados e registrados no sistema, tornam-se consistentes, permitindo que diferentes níveis de informação possam ser combinados de acordo com as necessidades de análise. Sendo assim, o processamento de dados em ambiente SIG pode produzir, em termos operacionais, conceitos altamente relevantes, permitindo a avaliação de situações ambientais com grande precisão e economia significativa de tempo e esforço humano na coleta de dados.

Nesta perspectiva, os SIGs surgem fortemente como ferramentas de análise ambiental em Áreas de Preservação Permanente (APPs). A preservação e conservação da vegetação nativa, sobretudo aquela situada ao longo dos cursos de água, nascentes e espaços de topografia acidentada é fundamental para a proteção de recursos hídricos. Tais áreas estão diretamente relacionadas com a preservação da qualidade das águas, vegetação e fauna, bem como a dissipação de energia erosiva.

O que se vê hoje em dia no Brasil é que, mesmo com legislação aplicável e passível de penalidades, não há controle e fiscalização eficientes para que os espaços destinados às APPs sejam adequadamente ocupados. No lugar de APPs, é normal observar áreas agrícolas, manchas urbanas, ocupações irregulares, entre outros. É justamente nesta falha de gestão que se justifica a investigação dessas áreas por meio do geoprocessamento.

Portanto, o presente trabalho traz uma proposta de aplicação de técnicas de geoprocessamento que fornecerão um diagnóstico situacional do perímetro urbano do município de Almirante Tamandaré no que se refere ao conflito do uso e ocupação da terra em Áreas de Preservação Permanente do tipo mata ciliar e encostas exigidas pela legislação. Importante ressaltar que as APPs mapeadas no

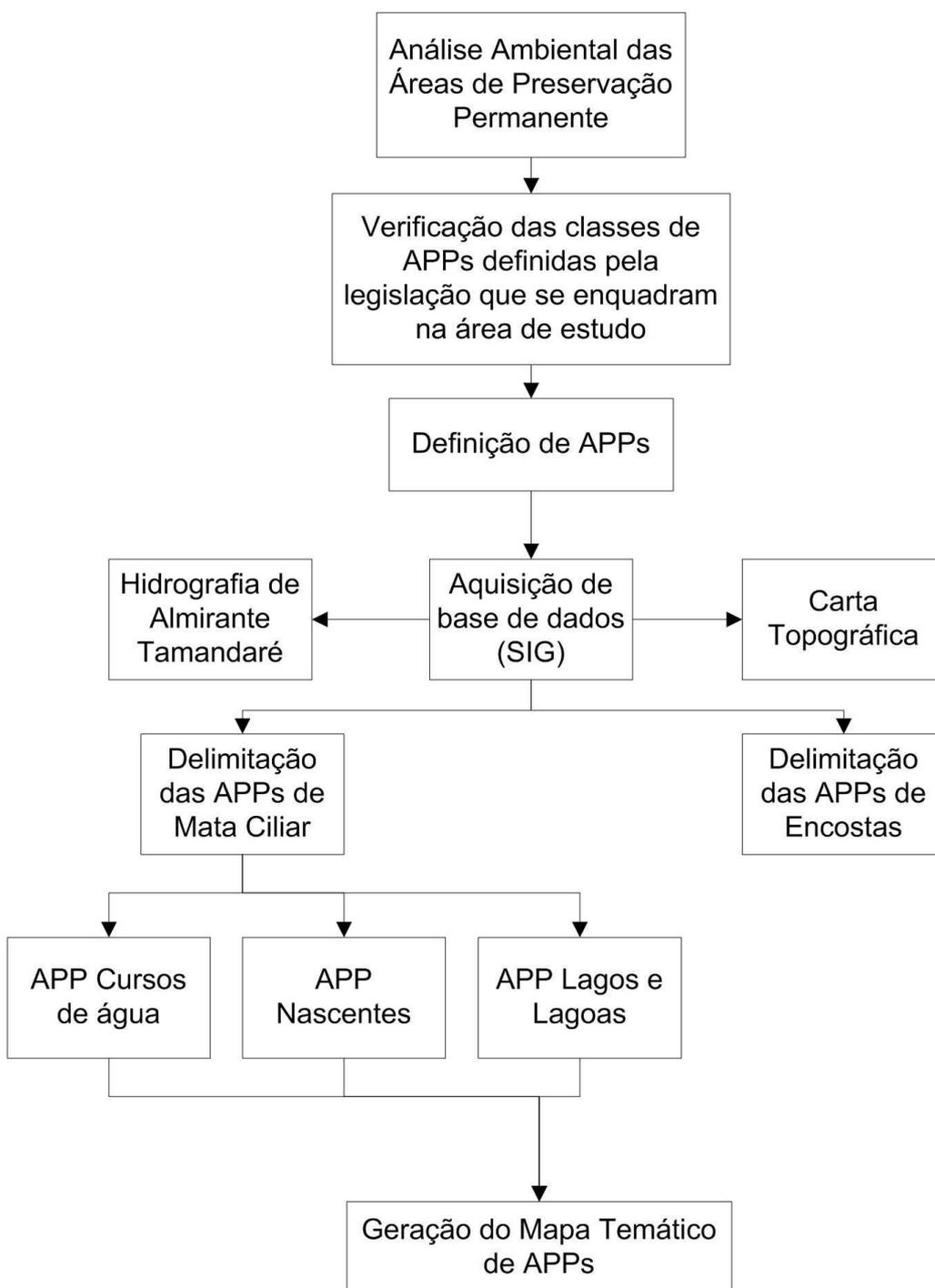
presente trabalho referem-se àquelas exigidas pela legislação, ou seja, que deveriam ser APP, mas que não são necessariamente. Tais técnicas de geoprocessamento permitem integrar informação cartográfica e tabular, realizar análise ambiental e estabelecer correlações espaciais, relações de causa e efeito e aspectos temporais, auxiliando de maneira decisiva a investigação da adequação do uso da terra em APPs.

Em resumo, a proposta envolve a identificação de áreas com ocorrência indevida do uso do solo em áreas de proteção legal que a legislação decreta. Os resultados gerados visam contribuir para o gerenciamento do município, pelo Poder Público, que necessita estabelecer condições para que essas áreas cumpram suas funções essenciais para o equilíbrio ambiental e para potencializar a qualidade de vida da população.

Para desenvolver uma estratégia de análise ambiental das Áreas de Preservação Permanente, foram pesquisadas na literatura metodologias utilizadas para a análise das APPs por meio de ferramentas de geoprocessamento, no intuito de compreender as melhores alternativas para realização do presente trabalho. Sendo assim, após estudo detalhado foi desenvolvida uma metodologia baseada nas experiências de Vasconcellos (2002), Barbosa (2006) e Sampaio (2007). A metodologia aplicada consistiu nas seguintes etapas (Figura 5):

- a) verificar as APPs exigidas pela legislação que se enquadram nas áreas urbanas do município de Almirante Tamandaré;
- b) construir banco de dados digital;
- c) definir as APPs;
- d) delimitar as APPs do tipo mata ciliar e encostas segundo os critérios da legislação no município;
- e) construir mapa de uso conflitante do solo nas APPs;
- f) sobrepor as APPs exigidas legalmente com a carta temática de Fragilidade Ambiental (FA);
- g) analisar e interpretar os resultados.

Figura 5 – Estrutura metodológica de identificação e mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs)



Fonte: o autor, 2011

Os instrumentos normativos utilizados para a definição das APPs existentes na região de estudo foram as Resoluções CONAMA nº 302 e nº 303, suportadas pelo Código Florestal e sua definição de áreas legalmente protegidas (APPs).

A Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, regulamenta e estabelece parâmetros, definições e limites das APPs.

A Resolução CONAMA nº 302/02 regulamenta e estabelece parâmetros, definições e limites das APPs de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno estabelecidos pelo CONAMA.

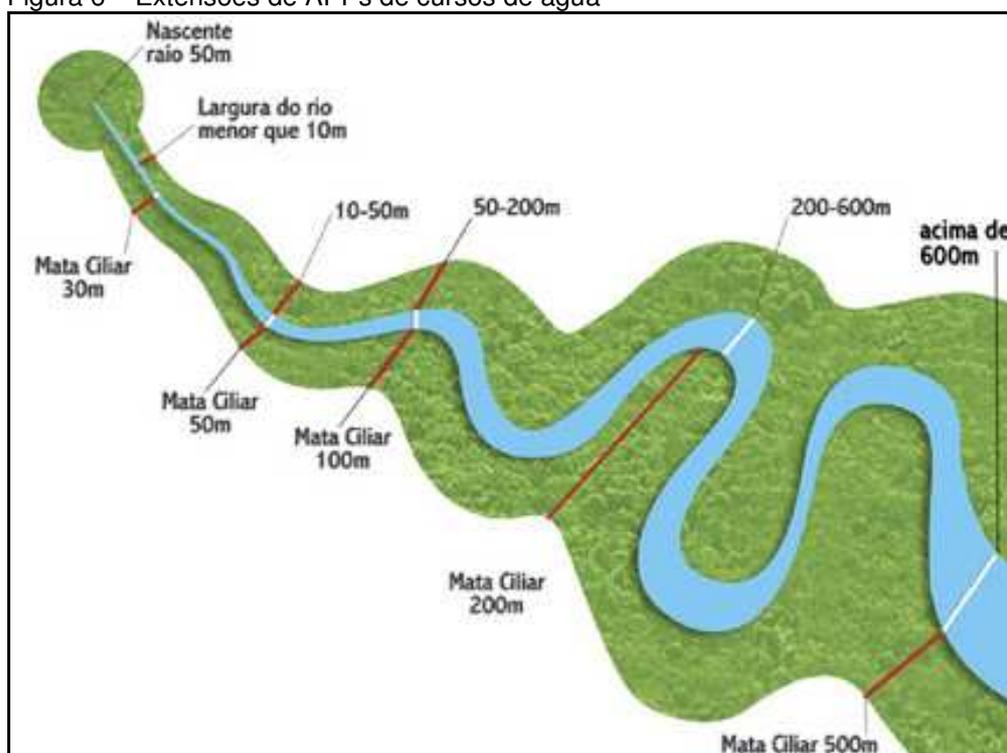
3.2.2.1.2.1 APP de curso de água

De todas as classes de APPs existentes, as de curso de água, conhecidas também como matas ciliares ou florestas ripárias (Figura 6), são maioria. Compreendem uma faixa de contato muito importante na estruturação e dinâmica do ambiente de interação entre os meios terrestre e aquático.

Essa classe de APP é a mais discutida pela sociedade e o poder público no que se refere a sua recuperação e implantação. Muitas vezes, as políticas públicas dão enfoque especial a essa classe, enquanto as outras acabam em segundo plano, principalmente pelo fato de elas causarem maior impacto visual e ordenamento territorial à sociedade.

Segundo a Resolução CONAMA nº 303/02, “consistem nas áreas situadas em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal”. Portanto, qualquer curso de água deve ter uma área mínima de preservação. A largura dessa área depende única e exclusivamente da largura do curso.

Figura 6 – Extensões de APPs de cursos de água



Fonte: Baseado na Resolução CONAMA nº 303, 2002

3.2.2.1.2.2 APP de nascente

Nascente é o afloramento de água proveniente do lençol freático, a partir de onde a água corre superficialmente, dando origem aos cursos de água (SERIGATTO, 2006). Ou seja, em épocas de seca, por exemplo, a queda de vazão dos rios tem início na diminuição da quantidade de água da chuva que penetra no solo, produzindo lençóis rasos e, conseqüentemente nascentes de baixa ou nenhuma vazão na estiagem. Valente e Gomes (2005, *apud* SERIGATTO, 2006) salientam que “salvar” rios, portanto, significa salvar primeiro suas nascentes, havendo a necessidade de serem adequadamente manejadas para fins de produção de água.

Logo, as APPs de nascentes surgem da necessidade de manejo das nascentes para fins de produção de água. Decretada pela Resolução CONAMA nº 303. Essa classe consiste em áreas “ao redor de nascente ou olho d’água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte”.

3.2.2.1.2.3 APP de encosta

Ribeiro *et al.* (2005) salienta que, devido à facilidade de delineamento no campo ou a partir de mapeamentos detalhados, essa categoria, junto à de cursos de água, constitui a grande maioria das APPs ora fiscalizadas.

Conforme Resolução CONAMA nº 303, as APPs de encosta são “áreas localizadas nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45º, equivalente a 100% na linha de maior declive”. Ou seja, qualquer encosta com declividade superior a 45º necessita de área de proteção legal.

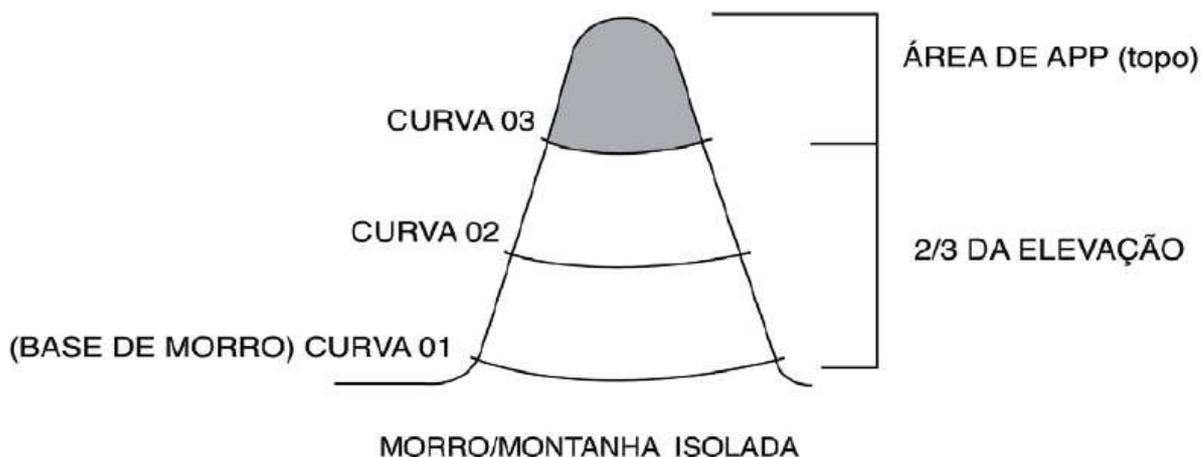
3.2.2.1.2.4 APP de topo de morro

A Resolução CONAMA nº 303 define essa classe como “área no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base” (Figura 7).

Essa categoria de APP é importante na manutenção da biodiversidade local e do fluxo gênico, além de conservar o solo, impedindo volumosos efeitos erosivos e atenuando as enxurradas. Para verificar a existência desta classe de APP, é imperativo compreender algumas definições que a resolução impõe:

- a) base de morro ou montanha: plano horizontal definido por planície ou superfície de lençol de água adjacente, ou nos relevos ondulados, pela cota da depressão mais baixa ao seu redor;
- b) morro: elevação do terreno com cota do topo em relação a base entre cinquenta e trezentos metros e encostas com declividade superior a trinta por cento (aproximadamente dezessete graus) na linha de maior declividade;
- c) montanha: elevação do terreno com cota em relação à base superior a trezentos metros.

Figura 7 – Desenho esquemático de APP de topo de morro



Fonte: Nowatzki, Santos e Vedor (2010).

3.2.2.1.2.5 APP de linha de cumeada

Comumente chamada de divisor de água ou ainda crista, linha de cumeada é a “linha que une os pontos mais altos de uma sequência de morros ou de montanhas, constituindo-se no divisor de águas”. As APPs de linha de cumeada são delimitadas pela Resolução CONAMA nº 303: “nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros;

Serigatto (2006) afirma que a proteção dos divisores de água auxilia na preservação de espécies vegetais e animais que vivem nesses ambientes, normalmente mais secos em virtude de sua localização (porção mais elevada da bacia). A categoria de APP em questão proporciona tal proteção, oferecendo maior estabilidade ao solo e impedindo o escoamento superficial de grandes proporções, além de melhorar a percolação da água da chuva no solo e de auxiliar na recarga dos aquíferos.

Figura 8 – Ilustração da linha de cumeada



Fonte: Nowatzki, Santos e Vedor (2010)

3.2.2.1.2.6 APP de reservatório

Segundo a Resolução CONAMA nº 302, reservatório é uma acumulação não natural de água destinada a quaisquer de seus múltiplos usos.

A classe em questão é decretada pela Resolução CONAMA nº 302, que define a APP, neste caso, como: “área marginal ao redor do reservatório artificial e suas ilhas, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas”.

3.2.2.1.2.7 APP de lago/lagoa

Esta classe de APP é definida pela Resolução CONAMA nº 303, que define estas APPs: “ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de: a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas; b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d’água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinquenta metros”.

3.2.2.1.2.8 Definição de APPs na Área de Estudo

Segundo o Código Florestal (Lei n.º 4.771/65), mata ciliar é uma área de preservação permanente que deve ser mantida intocada. Toda a vegetação natural (arbórea ou não) presente ao longo das margens dos rios, ao redor de nascentes, lagos, lagoas e reservatórios, é considerada mata ciliar e deve ser preservada.

Portanto, conforme as classes de APPs apresentadas anteriormente, as que se enquadram como mata ciliar são:

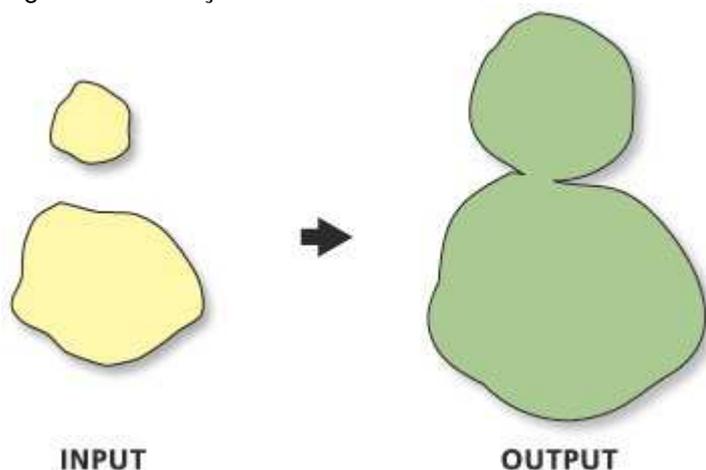
- a) APPs de cursos de água;
- b) APPs de nascentes;
- c) APPs de reservatórios;
- d) APPs de lagos/lagoas.

A delimitação das APPs foi realizada a partir da camada de hidrografia do município. Inicialmente, essa camada foi dividida em três *layers* a partir da seleção por atributos, que gerou:

- a) camada com os cursos de água (feições de linha);
- b) camada com o reservatório e áreas alagadas próximas (feições poligonais);
- c) camada com lagos e lagoas (feições poligonais).

Para as quatro classes definidas (cursos de água, nascentes, reservatórios e lagos/lagoas), foi utilizada a ferramenta *buffer (coverage)*. Esta operação é uma função de análise espacial que aloca os espaços ao redor de uma ou mais feições selecionadas, conforme o tamanho desejado. Neste caso, as feições seriam os cursos de água, as nascentes, os reservatórios e os lagos/lagoas.

Figura 9 – Ilustração da ferramenta *buffer*

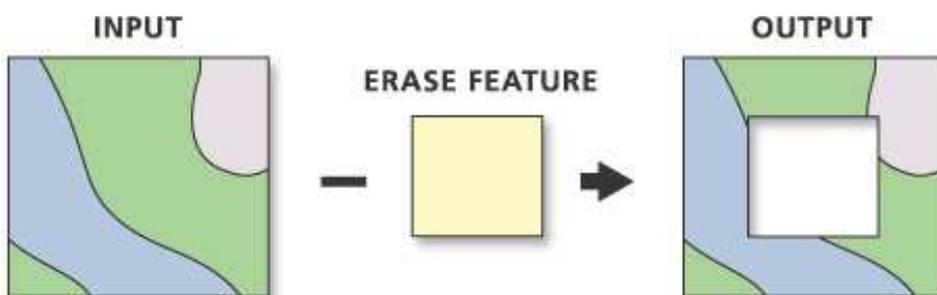


Fonte: ESRI – ArcGIS 9.3 Desktop Help, 2011

Pela falta de dados disponíveis na base da SUDERHSA (ausência de atributos com as larguras dos rios e áreas alagadiças – fundos de vale), considerou-se que os cursos de água da área de estudo enquadram-se naqueles com menos de dez metros de largura, como decreta a legislação. Sendo assim, a largura utilizada para delimitação das áreas legalmente protegidas ao longo dos cursos de água foi fixada em 30 m em cada margem, a partir da calha do rio.

O procedimento para delimitação das APPs ao longo dos cursos de água teve duas etapas. Primeiramente, foi utilizada a ferramenta *buffer* com distância de 30 m na camada de cursos de água. Em seguida, foram excluídas as áreas de APP (geradas com o *buffer*) que coincidiram com as áreas das camadas de lagos e lagoas, a partir do uso da ferramenta *erase* (Figura 10).

Figura 10 – Ilustração da ferramenta *erase*



Fonte: ESRI – ArcGIS 9.3 Desktop Help, 2011

As APPs ao redor das nascentes foram delimitadas a partir da camada de cursos de água. Foi utilizada a extensão *ET Geowizards 9.8*, que possui uma versão gratuita disponível na internet, porém com algumas restrições.

A partir desta extensão, com o uso da ferramenta *export nodes*, foi gerado um *layer* com todos os pontos iniciais da malha hidrográfica, ou seja, as nascentes. Em seguida, foi utilizado um *buffer* de 50 m, conforme legislação, para delimitação das APPs de nascentes.

Com relação aos lagos e lagoas inseridos na área de estudo, foi utilizado *buffer* de 30 m para delimitar as APPs, considerando o que a legislação determina: “trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas”. Para delimitar as áreas de APP de lagos e lagoas, foi utilizada a ferramenta *buffer* com distância de 30 m. Com isso, todos os corpos de água da camada de lagos e lagoas ficaram cobertos com APP, por isso foi utilizada a ferramenta *erase*, a fim de extrair da camada do *buffer* as áreas que não são APP, gerando assim o *layer* “APPs de lagos e lagoas”.

Na área de estudo não existe nenhum reservatório, sendo assim, não foi gerado a delimitação de APPs para essa tipologia.

Para a delimitação de APPs de encostas, foi utilizada a carta de declividade gerada para o IFA. Para a elaboração dessa carta, foi utilizada a base topográfica digital elaborada em escala 1:10.000, com curvas de nível com equidistância altimétrica de 5 metros (SUDERHSA, 2000). Por meio da carta de declividade da área de estudo, foram selecionadas todas as áreas que possuíam declividade acima de 45°. Assim, foi gerada uma camada com esta tipologia de APP.

3.2.2.2 Identificação da Vulnerabilidade Social

Por meio do levantamento de variáveis sociais, foram elaborados alguns indicadores de vulnerabilidade social, sendo esse sistema denominado como Sistema de Indicadores de Vulnerabilidade Social (SIVS), de forma que representem a situação de vulnerabilidade social da área de estudo. De acordo com Jannuzzi (*op. cit.*), denomina-se Sistema de Indicadores Sociais o conjunto de indicadores sociais referidos a um determinado aspecto da realidade social ou área de intervenção programática. O sistema é composto por três temáticas: a deficiência de

infraestrutura de saneamento básico, a pressão de ocupação e a sensibilidade sócioeconômica.

Na construção de um indicador de vulnerabilidade social, um ponto de partida é a definição das dimensões que o compõem. Com base na literatura consultada nesta dissertação, chegou-se a quatro dimensões básicas: educação, renda, habitação e acesso aos serviços urbanos. Essas dimensões foram selecionadas tendo em vista a possibilidade de construção de um modelo determinístico, facilmente aplicável às informações dos Censos Demográficos brasileiros. Uma vez definida as três dimensões básicas do indicador, buscou-se uma forma de operacionalizá-las.

As temáticas dos sistemas subdividem-se em 6 indicadores que buscam retratar, em suas respectivas abrangências, a situação de vulnerabilidade social dentro do município de Almirante Tamandaré, onde as áreas de classificação consistiram os setores censitários², delimitados pelo IBGE. As variáveis do Censo 2000, do IBGE, escolhidas para a realização da construção do sistema de indicadores sociais, bem como os indicadores formulados e as temáticas integrantes, são as mostradas no Quadro 10. Para a escolha das variáveis, além das premissas conceituais, utilizou-se de técnica subjetiva³, ou seja, pelo conhecimento próprio em relação às variáveis e suas influências e consequências nas vulnerabilidades do meio, considerando os dados mais críticos e relevantes na qualidade de vida de uma população.

A utilização dos dados do Censo 2000 neste estudo, foi devido ao fato de que o IBGE está em fase de finalização dos resultados gerais da amostra e microdados da amostra do Censo 2010. Por essa razão, teve-se de utilizar os dados do Censo 2000, pois são dados consolidados e completos. O Quadro 9 apresenta o

² As pesquisas censitárias têm como apoio cartográfico fundamental os mapas municipais, de localidades urbanas e de setores censitários. Para efeito da coleta de informações, o território nacional é compartimentado em pequenas áreas geográficas denominadas setores censitários, que são a unidade básica de coleta. Esses setores estão representados em mapas elaborados para cada município e localidades brasileiras, constituindo os mapas municipais para fins estatísticos (IBGE, 2010).

³ Segundo Comparin (1986), uma seleção de variáveis pode ser realizada através de três formas: 1) subjetiva, de acordo com o conhecimento que o pesquisador tenha; 2) seleção de um número elevado de variáveis relevantes, com as quais se construiria uma matriz de correlação, que permitiria visualizar o grau de associação existente entre as variáveis e selecionar-se-iam aquela com alto grau de correlação; 3) objetiva, utilizando-se técnicas estatísticas exploratórias como análise fatorial. (IGNÁCIO, 2002).

cronograma de divulgação de dados do IBGE. Segundo o Instituto (2011), a divulgação dos resultados do Universo será completada com a publicação das informações definitivas sobre rendimentos, em novembro de 2012.

Quadro 9 – Cronograma de divulgação dos dados censitários no ano de 2012

Mês	Divulgação
Abril	Censo demográfico 2010: resultados gerais da amostra
	Censo demográfico 2010: microdados da amostra
Maio	Censo demográfico 2010: características dos domicílios urbanos e do seu entorno
Junho	Censo demográfico 2010: características gerais da população: resultados da amostra (resultados sobre população, religião, deficiência e orfandade materna)
Julho	Censo demográfico 2010: características gerais dos indígenas: resultados do universo
Setembro	Censo demográfico 2010: nupcialidade, fecundidade e migração: resultados da amostra
	Censo demográfico 2010: famílias e domicílios: resultados da amostra
Novembro	Censo demográfico 2010: educação, trabalho, rendimento e deslocamento: resultados da amostra
Dezembro	Atlas do censo demográfico 2010

Fonte: IBGE, 2011

Quadro 10 – Variáveis utilizadas para construção dos indicadores e temáticas

Temática	Indicador	Variáveis Integrantes	Variável IBGE
IVS-1: Deficiência de infra-estrutura de saneamento básico	Deficiência de abastecimento de água (IVLS01)	Moradores com abastecimento de água não canalizada	V0260
		Moradores com abastecimento de água da rede geral	V0254
		Moradores com outra forma de abastecimento de água	V0261
	Destinação inadequada de esgotos (IVLS02)	Moradores com esgotamento sanitário via fossa rudimentar	V0268
		Moradores com esgotamento sanitário via vala	V0269
		Moradores com esgotamento sanitário via rio	V0270
		Moradores com esgotamento sanitário via outro escoadouro	V0271
		Moradores sem banheiro, nem sanitário	V0272
	Deficiência de coleta de resíduos sólidos (IVLS05)	Moradores com lixo queimado na propriedade	V0287
		Moradores com lixo enterrado na propriedade	V0288
		Moradores com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro	V0289
		Moradores com lixo jogado no rio	V0290
		Moradores com outro destino do lixo	V0291
IVS-2: Pressão de ocupação	Condições inadequadas de moradia (IVLS04)	Moradores em terrenos não próprios nem cedidos	V0253
		Moradores em terrenos não próprios nem cedidos nem alugados	V0250
IVS-3: Sensibilidade Socioeconômica	Índice de analfabetismo (IVLS03)	Responsáveis por domicílios analfabetos	V0525
		Responsáveis por domicílios com menos de 1 ano de estudo	V0580
		Pessoas não alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade	V2249
		Pessoas não alfabetizadas com 10 a 14 anos de idade	V2419
		Pessoas não alfabetizadas com 15 a 19 anos de idade	V2420
	Pessoas não alfabetizadas com 20 a 24 anos	V2421	
	Renda (IVLS06)	Média do rendimento nominal mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes	Var06

Fonte: Elaborado a partir de IBGE, 2000

Cada um dos 6 indicadores construídos recebeu um código representado pela sequência de letras “IVLS”, significando “indicador de vulnerabilidade social”, bem como uma numeração mostrada no Quadro 10. Todos os indicadores foram classificados dentro de uma escala de vulnerabilidade, formulada de forma que essa seja classificada em 5 classes, com valores de 1 a 5, como mostra o Quadro 11.

Pelo fato de os indicadores que compõem o SIVS serem medidos em diferentes unidades de medida e, portanto, com diferentes intervalos de variação, eles foram transformados em medidas adimensionais com magnitude dentro da escala de vulnerabilidade estabelecida. Para isso, foi utilizado o método da normalização de valores, que consiste basicamente na atribuição de ponderações aos valores existentes, de forma que, por meio da equação resultante da função matemática, se possa atribuir a classificação na escala aos demais valores. O processo utilizado é a escolha de parâmetros máximos e mínimos para cada indicador e a normalização se dá através de uma equação que mede a distância entre o valor observado para o indicador e o valor mínimo estabelecido como uma proporção da distância entre o valor máximo e o valor mínimo estabelecido. Dessa forma, quanto mais próximo o valor observado está do valor mínimo, menor é o numerador e, portanto, maior a proporção do caminho a percorrer e a equação tende para zero, a pior situação. De modo contrário, quanto mais próximo o valor observado está do valor máximo, maior é a distância que ele já percorreu, e a proporção tende para 1, a melhor situação.

Num segundo momento, classificaram-se as áreas de acordo com os valores observados para cada indicador, do maior valor (que corresponde à pior situação) para o menor valor (correspondendo à melhor situação). Cada uma das áreas estudadas recebeu escores numa escala de 1 a 5, obedecendo a uma classificação de acordo com critérios que consideraram os valores observados para a região sul do Brasil, baseados em dados do Censo 2000. De forma geral, os escores de 1 a 2 foram imputados àquelas áreas cujos indicadores apresentaram valores iguais ou menores do que as médias da região sul do Brasil, ou seja, numa análise de vulnerabilidade, seriam áreas que apresentam de muito baixa a média vulnerabilidade. Os escores de 3 a 5 foram imputados às áreas cujos indicadores apresentaram valores acima das médias consideradas, sendo, dessa forma, classificadas como áreas de média a muito alta vulnerabilidade. A utilização das médias regionais para a classificação de áreas mais ou menos vulneráveis teve

como princípio verificar a vulnerabilidade de áreas dentro do contexto regional. Este método de atribuição de valores já foi adotado no estudo de Deschamps (2004), sentindo-se da dificuldade de julgar valores de vulnerabilidade social, quando se trata de indicadores socioeconômicos, uma vez que a qualidade de vida é algo perceptivo, que depende das condições psicológicas e ideológicas de cada pessoa, diferentemente da análise da vulnerabilidade ambiental de um ambiente. Outras adaptações específicas foram feitas nos critérios de classificação dos indicadores, sendo assim, discutidos na formulação de cada um.

Quadro 11 – Ponderação e classificação das vulnerabilidades sociais

Escala	Classificação
1	Muito baixo
2	Baixo
3	Médio
4	Alto
5	Muito alto

Fonte: Elaborado a partir de Ross, 1994 e Deschamps, 2004

Dentro dessa escala, são estabelecidos os valores intermediários, formando assim faixas de variação dos valores que permitem sua classificação em uma das 5 escalas de vulnerabilidade. Essas faixas de variação foram feitas de forma que a escala de vulnerabilidade ficasse distribuída representando as reais implicações trazidas pela deficiência representada pelo indicador.

Assim, com o estabelecimento dos valores máximos e mínimos, bem como os intermediários, estes foram classificados dentro da escala de vulnerabilidade mostrada no Quadro 11, diretamente com o *software* de geoprocessamento ArcGis (versão 9.3). Estes foram normalizados pelo mesmo software, por meio das escalas de variação estabelecidas, gerando assim a classificação dos setores censitários da área de estudo.

Após a construção desses 6 indicadores, esses foram agrupados em suas respectivas temáticas, foram construídos 3 indicadores de vulnerabilidade social (IVS-1, IVS-2 e IVS-3), um para cada temática agrupando os indicadores integrantes. Após esse agrupamento, foi construído, baseado nos três indicadores temáticos, um Indicador Final de Vulnerabilidade Social, denominado IFVS. A seguir, é explanada a construção de cada um dos três indicadores, bem como o indicador final de vulnerabilidade social (IFVS).

3.2.2.2.1 IVS-1 – Deficiência de Infraestrutura de Saneamento Básico

Este indicador busca retratar as deficiências de infraestrutura de saneamento básico presentes na área de estudo. É um fator muito importante no que diz respeito à vulnerabilidade da população. A falta de infraestrutura de saneamento básico a expõe a riscos e doenças que podem agravar este quadro, além de potencializar a vulnerabilidade natural do meio. O IVS-1 é composto por três indicadores, construídos da seguinte forma:

a) IVLS01 – Deficiência de abastecimento de água;

Para construção deste indicador, utilizaram-se as variáveis mostradas no Quadro 10, obtidas do Censo do IBGE. Foi identificado neste indicador, o número de pessoas em déficit em cada setor e, conseqüentemente, a porcentagem. Para isso, subtraiu-se da população total (V0237) o número de pessoas com abastecimento de água da rede geral (V0254), sendo somado a este valor as variáveis V0260 e V0261. Essa somatória corresponde à parcela da população com déficit em abastecimento de água no setor. A classificação na escala de vulnerabilidade se deu através das porcentagens de moradores em déficit nos setores, sendo que a ponderação para a normalização dos valores foi classificada como mostra o Quadro 12.

Quadro 12 – IVLS01: Ponderação

(X*100) %	Escala Vuln.
0 a 5%	1
5 a 10%	2
10 a 25%	3
25 a 50%	4
50 a 100%	5

Fonte: o autor, 2011

A primeira coluna considera a porcentagem da população em déficit, e, a segunda coluna, a classificação que essa porcentagem representa na escala de vulnerabilidade. Com esses valores da escala, é possível a classificação do setor quanto à escala de vulnerabilidade, mostrado no Quadro 11. Para a classificação dentro da escala de vulnerabilidade, houve a normalização dos valores, por meio da

atribuição da ponderação do Quadro 12 diretamente no software de geoprocessamento, considerando que 94% da população da região sul do Brasil é atendida pelo abastecimento de água (IBGE, 2000).

b) IVLS02 – Destinação inadequada de esgotos;

Este indicador constitui no levantamento do índice da população que, além de não ser atendido por rede coletora de esgotos, possui destinação inadequada de esgotos, como lançamento em rios, valas ou fossas rudimentares. As variáveis utilizadas para construção do indicador foram as mostradas no Quadro 10. O número total de pessoas com destinação inadequada de esgotos foi obtido por meio da soma dos valores dessas variáveis, sendo que a variável V0237 foi utilizada para o cálculo da porcentagem de pessoas em déficit no setor.

Foram estabelecidas as relações entre a porcentagem da deficiência na destinação de esgotos e a escala de vulnerabilidade, como mostra no Quadro 13. O critério para a normalização dos valores considerou que 32% da população regional não possui atendimento de coleta e tratamento de esgotos sanitários (IBGE, 2000).

Quadro 13 – IVLS02: Ponderação

%	Escala Vuln.
0 a 20%	1
20% a 30%	2
30% a 50%	3
50% a 75%	4
75% a 100%	5

Fonte: o autor, 2011

c) IVLS05 – Deficiência de coleta de resíduos sólidos

Este indicador retrata a parcela da população com deficiência na coleta de resíduos sólidos, representada pela falta de coleta ou destinação inadequada. As variáveis utilizadas para a construção desse indicador foram as mostradas no Quadro 10. A soma dessas variáveis retrata a quantidade de indivíduos em situação inadequada quanto à coleta e à destinação de resíduos sólidos. A classificação na escala de vulnerabilidade se deu por meio das porcentagens de moradores em situação inadequada quanto à coleta e destinação de resíduos. A ponderação foi

classificada como mostra o Quadro 14, considerando que 97% da população da região sul do país tem atendimento de coleta de resíduos sólidos (IBGE, 2000).

Quadro 14 – IVLS05: Ponderação

%	Escala Vuln.
0 a 5%	1
5 a 10%	2
10 a 25%	3
25 a 50%	4
50 a 100%	5

Fonte: o autor, 2011

O valor final do IVS-1 foi obtido com a média aritmética dos valores na escala de vulnerabilidade de cada um dos indicadores integrantes. Esse cálculo de indicador para avaliação da qualidade ambiental urbana, já utilizada por Freiria (2003), prevê a soma dos índices de cada indicador, sendo esta dividida pelo número N de indicadores integrantes, chegando, assim, a um índice final, classificado na mesma escala mostrada anteriormente no Quadro 11. Sendo assim, a construção do índice do IVS-1 consiste em (Figura 11):

Figura 11 – Equação para o cálculo do índice IVS-1

$$\mathbf{IVS-1 = (IVLS01 + IVLS02 + IVLS05) / 3}$$



Fonte: o autor, 2011

3.2.2.2.2 IVS-2 – Pressão de Ocupação

Este indicador busca retratar as pressões existentes no quesito ocupação na área de estudo, considerando moradias irregulares e densidade demográfica excessiva. Esse fator é muito importante para a qualidade de vida da população, sendo que sua situação inadequada aumenta a suscetibilidade da população à

situações de vulnerabilidade. O IVS-2 é constituído por dois indicadores, construídos da seguinte forma:

a) IVLS04 - Condições inadequadas de moradia

Este indicador retrata o índice de moradores em condições impróprias de moradia, nesse caso, áreas de invasão. Essas normalmente não apresentam infraestrutura adequada para moradia e se situam em áreas de risco ambiental, sujeitando a população ou aumentando sua exposição a situações de vulnerabilidade. As variáveis utilizadas na construção desse indicador foram as mostradas no Quadro 10.

A soma dessas variáveis retrata o número de indivíduos em situação irregular quanto à moradia. A classificação na escala de vulnerabilidade se deu por meio das porcentagens de moradores em situação inadequada nos setores (Quadro 15).

Quadro 15 – IVLS04: Ponderação

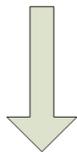
%	Escala Vuln.
0 a 5%	1
5 a 10%	2
10 a 25%	3
25 a 50%	4
50 a 100%	5

Fonte: o autor, 2011

Da mesma forma que nos indicadores anteriores, a escala de variação foi determinada subjetivamente objetivando que os valores ficassem distribuídos na escala de vulnerabilidade de forma a representar a realidade da melhor maneira possível. O valor final do IVS-2 corresponde diretamente ao valor do IVLS04, devido ao fato deste indicador (IVS-2) não corresponder a um conjunto de outros indicadores (Figura 12).

Figura 12 – Equação para o cálculo do índice IVS-2

$$\mathbf{IVS-2 = (IVLS04)}$$



Moradia

Fonte: o autor, 2011

3.2.2.2.3 IVS-3 – Sensibilidade Socioeconômica

Busca retratar de forma simplificada o quão sensível a população está em termos socioeconômicos, considerando três indicadores, que são os seguintes:

- a) IVLS03 - Índice de analfabetismo;

Este indicador representa um dos fatores mais importantes associados ao desenvolvimento e crescimento de uma sociedade: a educação. Índices muito elevados de analfabetismo normalmente remetem a situações em que a população está submetida à falta de oportunidades e de educação adequada por parte do poder público, remetendo a uma fragilidade social muito grande, pela falta de instrução e consequentes desvantagens em buscas por emprego e renda. As variáveis utilizadas para construção desse indicador foram as mostradas no Quadro 10.

O número de indivíduos em situação de analfabetismo foi obtido pela soma das variáveis, considerando que a faixa de até 24 anos é uma faixa etária em que normalmente as pessoas deveriam ter algum tipo de instrução. A classificação na escala de vulnerabilidade se deu por meio das porcentagens de moradores em situação de analfabetismo nos setores, classificada como mostra o Quadro 16.

Quadro 16 – IVLS03: Ponderação

%	Escala Vuln.
< 1%	1
1 a 5%	2
5 a 10%	3
10 a 30%	4
> 30%	5

Fonte: o autor, 2011

Considerou-se que os índices de analfabetismo da população, por menores que sejam, já trazem consequências graves em relação ao aumento de sua vulnerabilidade, pois trazem dificuldades de emprego e melhorias de posição social, conseqüentemente.

b) IVLS06 – Renda

A renda é um fator muito importante quando falamos de vulnerabilidade da população. Ela é, direta ou indiretamente, responsável por melhores condições de moradia, alimentação, educação, enfim, serviços básicos que fazem com que a população esteja ou não mais vulnerável nesses quesitos. Sendo assim, foram estabelecidas faixas de renda consideradas adequadas quando relacionadas com a escala de vulnerabilidade, como mostra o Quadro 17, a seguir. Considerou-se nesta ponderação que as piores situações seriam rendas menores que um salário mínimo, assim, adotando o valor que vigorava no mês de referência, julho de 2000, o salário mínimo era de R\$ 151,00 (cento e cinquenta e um reais).

Quadro 17 – IVLS06: Ponderação

Renda (R\$)	Escala Vuln.
> 1200,00	1
> 600,00 e < 1,200	2
> 300,00 e < 600,00	3
> 151,00 e < 300,00	4
< 151,00	5

Fonte: o autor, 2011

O valor final do IVS-3 foi obtido com a média aritmética dos valores dos indicadores integrantes. Sendo assim, a construção do índice do IVS-3 consiste em (Figura 13):

Figura 13 – Equação para o cálculo do índice IVS-3

$$\mathbf{IVS-3} = (IVLS03 + IVLS06) / 2$$



Fonte: o autor, 2011

3.2.2.2.4 IFVS – Indicador Final de Vulnerabilidade Social

Este indicador busca retratar de maneira geral a situação de vulnerabilidade social na área de estudo. Sua construção foi baseada na mesma metodologia utilizada na construção dos indicadores anteriormente retratados, sendo que estes o constituem. O IFVS é formado pela média aritmética dos três indicadores de Vulnerabilidade Social (IVS) construídos. Este se deu da seguinte forma (Figura 14):

Figura 14 – Equação para o cálculo do Indicador Final de Vulnerabilidade Social

$$\mathbf{IFVS} = (IVS-1 + IVS-2 + IVS-3) / 3$$



Fonte: o autor, 2011

Após o resultado do IFVS obtido em cada setor censitário, foi possível elaborar uma carta temática da vulnerabilidade social do município em estudo, segundo a qual, para cada setor, foi possível ser estabelecido o grau de vulnerabilidade, considerando os indicadores selecionados. Além disso, a construção de uma carta temática de vulnerabilidade social serviu para a sobreposição com a carta temática de vulnerabilidade ambiental.

Todos os valores utilizados para construção das escalas de vulnerabilidade nos indicadores foram estabelecidos de forma subjetiva. É importante ressaltar que a escolha e classificação dessas escalas é um estudo inicial, que pode não

apresentar níveis elevados de precisão, os quais seriam obtidos com estudos mais aprofundados e técnicos, não sendo o foco principal deste trabalho. O foco principal deste é identificar e mapear as vulnerabilidades na área de estudo por meio de uma metodologia eficiente e simples, sendo este estudo um início para melhores aprofundamentos na área, principalmente na questão de seleção de variáveis para a identificação e análise da vulnerabilidade social de um determinado limite territorial político.

A utilização desta metodologia para a construção de todos os indicadores sociais do estudo, parte do pressuposto que não há como definir qual deles possui maior ou menor importância para situações de vulnerabilidade da população, atribuindo-lhes assim pesos ou ponderações para sua classificação. Cada uma das variáveis é de suma importância para se ter uma qualidade de vida adequada para a população.

Portanto, este trabalho não entra no mérito das discussões de importância de cada variável para a qualidade de vida de uma sociedade, visto que esta pode ter inúmeras faces e interpretações. De fato, a ponderação das variáveis em função da sua importância traria uma confiabilidade maior nos resultados do estudo, mas trabalhos dessa magnitude envolvem profissionais de diversas áreas. Por conta disso, os indicadores foram construídos de forma direta na relação entre as variáveis adotadas, em hierarquização.

3.2.3 Fase 3 – Analítica

A partir da geração das cartas temáticas de identificação das vulnerabilidades socioambientais, bem como a sobreposição das cartas, a fase analítica sintetiza as informações da identificação da vulnerabilidade socioambiental, resgatando os objetivos da pesquisa e avaliando as áreas de vulnerabilidade socioambiental do município.

Esta fase analisa e avalia todas as cartas temáticas, de modo que a avaliação seja feita individualmente com cada carta temática gerada, bem como a sobreposição dos diferentes indicadores de vulnerabilidade levantados neste estudo.

3.3 ABRANGÊNCIA DA PESQUISA

A pesquisa se limitou no perímetro urbano do município de Almirante Tamandaré, situado no Estado do Paraná (Figura 15).

Foi adotado este município procurando contribuir para a gestão urbana, pois devido as suas características naturais de fragilidade ambiental, Almirante Tamandaré necessita de instrumentos de gestão, podendo este trabalho contribuir na identificação das áreas socioambientalmente vulneráveis, para posteriormente serem adotadas mudanças nas políticas públicas de ocupação do solo.

A escolha do município foi devido ao fato de suas necessidades urgentes, pois seus limites municipais estão inteiramente sobre o aquífero Karst que possui fragilidade, seja pelas questões geotécnicas diante dos processos de urbanização, seja pela condição de vulnerabilidade à poluição hídrica.

Além disso, o município se destaca perante os demais pela grande disponibilidade hídrica de seus compartimentos cársticos, motivo pelo qual houve, em termos geológicos, muitas publicações de trabalhos científicos. Há de se considerar, ainda, a alta taxa de crescimento populacional desse município nos últimos anos, que impulsionou a ocupação de áreas que, dada sua fragilidade ambiental e considerando o aquífero como reserva estratégica na região metropolitana, deveriam estar preservadas ou sob severas restrições de uso. Isso porque tais condições de expansão urbana podem agravar os riscos socioambientais associados à presença deste manancial subterrâneo, além de comprometer seriamente a sua qualidade.

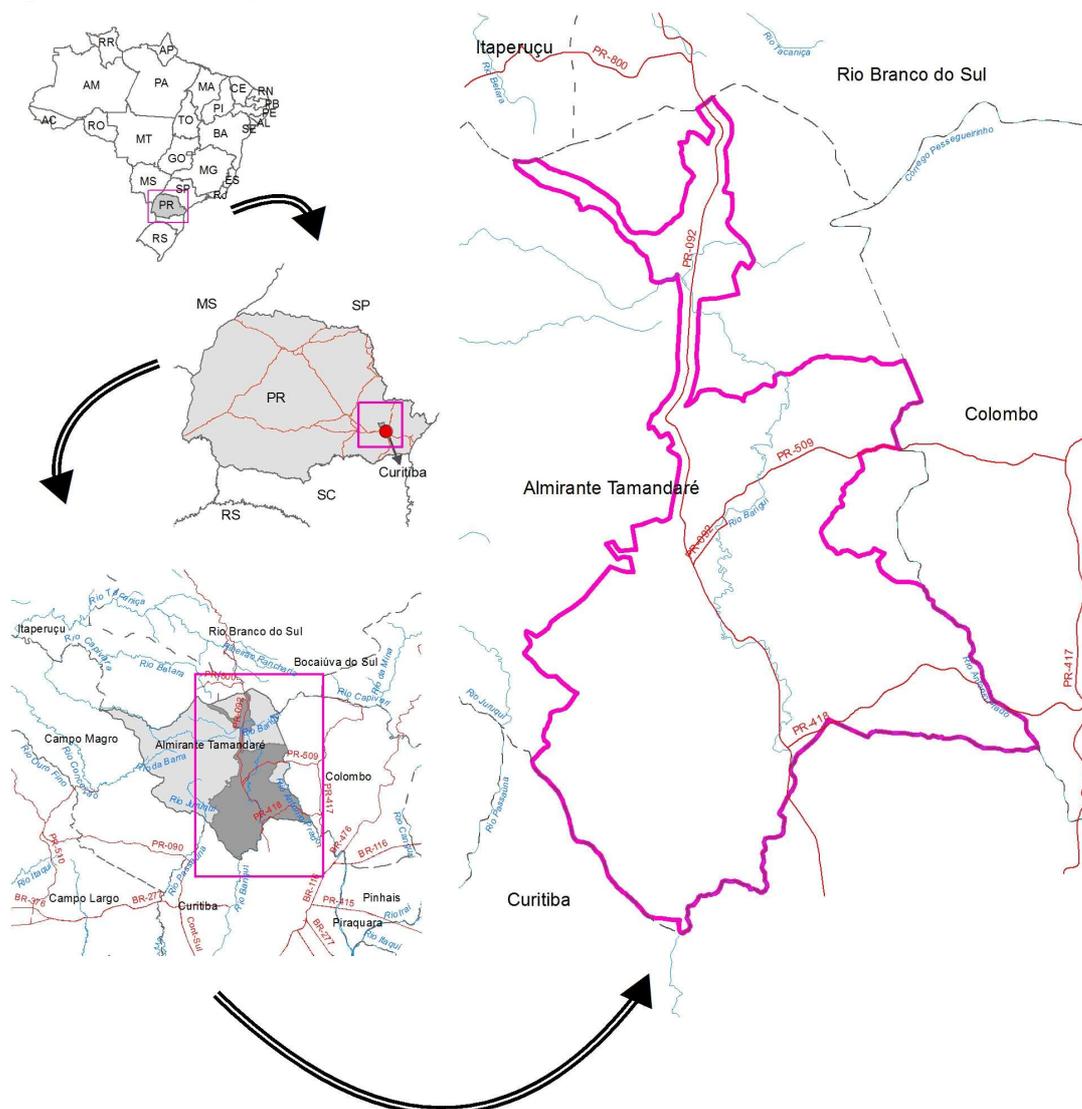
Destaca-se que o território do município de Almirante Tamandaré contempla uma topografia desfavorável para a ocupação, além da presença de hidrografia tanto subterrânea quanto superficial, destinada ao abastecimento público, que acaba restringindo o crescimento e a expansão da cidade pelas novas imposições legais que visam à proteção das áreas de manancial.

3.3.1 Inserção Regional de Almirante Tamandaré

Almirante Tamandaré insere-se na Região Metropolitana de Curitiba – RMC, estabelecida através da Lei Complementar Federal nº 14/1973, juntamente com as Regiões Metropolitanas de São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Salvador, Belém e Fortaleza. A RMC localiza-se quase totalmente no Primeiro Planalto Paranaense.

A sede municipal da cidade de Almirante Tamandaré, dista 17 quilômetros da capital do estado por rodovia. Almirante Tamandaré faz fronteira ao norte com Itaperuçu e Rio Branco do Sul, ao sul com Curitiba, a leste com Colombo e a oeste com Campo Magro. Sua área é de 195 km², representando 0,0979 % do estado.

Figura 15 – Localização da área de estudo (perímetro urbano)



O processo de ocupação urbana em Almirante Tamandaré está diretamente ligado à ocupação e ao crescimento do município de Curitiba, capital do estado do Paraná.

O município de Almirante Tamandaré foi alvo de um intenso processo de parcelamento do solo a partir da década de 1950 e é caracterizado por abrigar inúmeras ocupações que ocorreram sobre áreas com alta declividade e fundos de vale.

Na década de 1990, devido à necessidade de abastecimento de água da população metropolitana, foram declaradas novas áreas de mananciais como de interesse e proteção especial, sendo que dentre essas áreas, está incluída uma porção significativa do município de Almirante Tamandaré, que possui em seu território mananciais superficiais e subterrâneos.

As porções territoriais que contém os mananciais subterrâneos, relativas ao compartimento Karst, possuem um aquífero de excelente qualidade, e se localizam ao norte da região metropolitana oficial, estando também presente em grande parte do município de Almirante Tamandaré.

3.3.2 Caracterização Geral do Município

Geologicamente, o terreno é de origem proterozoica e constituído de xistos, mármore, quartizitos e metabasitos. O tipo de solo predominante é o cambissolo. Outros tipos de solo incluem o argissolo, o latossolo e o nitossolo. O relevo do município apresenta-se quase montanhoso, em virtude das ondulações do terreno, característica do sistema orográfico da região.

Estes recursos naturais envolvem a preservação de nascentes, pois as áreas carstificadas geralmente, constituem-se em grandes reservatórios naturais de águas comumente enriquecidas em diversos tipos de sais e representam uma fonte importante de abastecimento.

Pela riqueza das águas também estão associadas a estas áreas, importantes ecossistemas. Neste particular, o município de Almirante Tamandaré associa uma outra importância aos terrenos cársticos. O município encontra-se em cotas elevadas em relação ao nível do mar. Por exemplo: enquanto o município de Curitiba encontra-se em terrenos com cotas médias de 900 m de altitude, Almirante

Tamandaré situa-se a 1.000 m, chegando a 1.200 m altitude em algumas áreas. Isto lhe confere uma outra propriedade aos reservatórios naturais do Karst: funcionam como repositários das drenagens, tanto superficiais quanto subterrâneas. Desta forma, mesmo em épocas de grandes estiagens, diversos cursos d'água e nascentes conseguem se manter perenes por serem supridos pelas águas que fluem do Karst.

A constituição dos solos ao norte da Região Metropolitana de Curitiba é de origem sedimentar antiga, resultante principalmente de rochas calcáreas (BONACIM, 1996) e apresentando algumas características principais de constituição como: hidromórficos, sob a influência de uma má drenagem, resultante de um relevo com declividade baixa, residuais, formados no próprio local por decomposição rochosa, que pode ser caracterizado como um solo evoluído decomposto de rochas antigas, ou um solo jovem e pouco evoluído devido à decomposição recente; transportados, formado através da decomposição de fragmentos rochosos de encostas e morros; solos originados através do primeiro nível de decomposição da rocha.

Os solos originados a partir destas composições geológicas, geralmente são de boa fertilidade, apresentando baixo potencial erosivo e por serem argilosos, geralmente tem alta capacidade de troca catiônica (boa capacidade de retenção de nutrientes). Os solos superficiais da área de estudo, carregados com alta carga de poluentes agrícolas para a rede de drenagem que já se encontra muito assoreada e pelo desmatamento abusivo das matas ribeirinhas ocorridas pelo preparo do solo para o plantio, está ocasionando a poluição quase que direta das águas subterrâneas, devido ao uso intensivo e não planejado de adubos nas plantações de hortaliças, que muitas vezes são cultivadas nos fundos das dolinas, ou então, porque muitas vezes as dolinas são utilizadas como depósitos de lixo, que incluem embalagens e adubos e de defensivos (PDM, 2006).

O clima do município é o Subtropical Úmido Mesotérmico. O município de Almirante Tamandaré goza do privilégio de possuir um bom clima. Esse clima é ameno e saudável: relativamente quente nos períodos de verão, e fresco, com geadas durante o inverno. As temperaturas médias registradas anualmente são: máxima de 26°C, mínima de 12°C e compensada 19°C. Os verões são frescos com uma temperatura média inferior a 22°C. Nos invernos ocorrem geadas severas e frequentes e a temperatura média é inferior a 18°C, não apresentando estação seca. O índice pluviométrico anual oscila entre 1.400 e 1.500 mm (PDM, 2006).

O município é coberto por duas formações vegetais originais: floresta ombrófila mista e campos. Pertence a duas bacias hidrográficas: a do rio Iguazu e a do rio Ribeira de Iguape. O principal afluente do rio Iguazu é o Barigüi e seu tributário o Passaúna. O Juruqui é um dos poucos rios afluentes do Passaúna em território tamandareense (PDM, 2006).

Com relação à economia do município, Almirante Tamandaré vem desenvolvendo indústrias em grande escala de riqueza a partir da década de 1950, mercê do manifesto interesse pela exploração, no campo industrial, das grandes reservas de minérios ali existentes. Por seu turno, a pecuária representa papel de importância na economia do município. No setor agrícola, aparece como produtor de batata-inglesa, feijão e milho, culturas estas que apresentaram, em 2006, respectivamente, os seguintes valores: R\$ 563.000,00, R\$ 1.320.000,00, e R\$ 1.615.000,00. Malgrado sua manifesta e preponderante atividade agrícola, o município de Almirante Tamandaré, segundo o Censo Demográfico de 2000, apresentava esta curiosidade demográfica: 4.409 pessoas ativas agrupavam-se no setor de serviços domésticos (PDM, 2006).

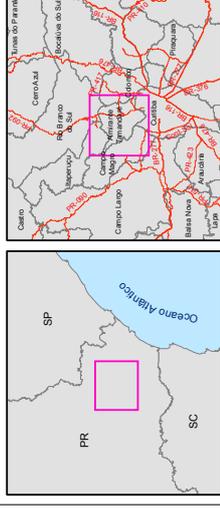
O calcário é a principal riqueza natural existente no município. Almirante Tamandaré é a sede de quatro fontes produtoras de água mineral: Frescale, Clari, AB e Timbu. Essas quatro empresas engarrafam e comercializam seus produtos (PDM, 2006).

Os Mapas 1 ao 8 apresentam as características físicas e ambientais da área de estudo e que foram utilizadas para a elaboração do mapeamento da vulnerabilidade ambiental.

MAPA DE GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Divisa municipal
- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- Geologia**
 - Complexo gnaissico - migmatítico
 - Grupo Açungui - formação Capiru
 - Sedimentos recentes
 - Formação Guabirubata

DADOS TÉCNICOS

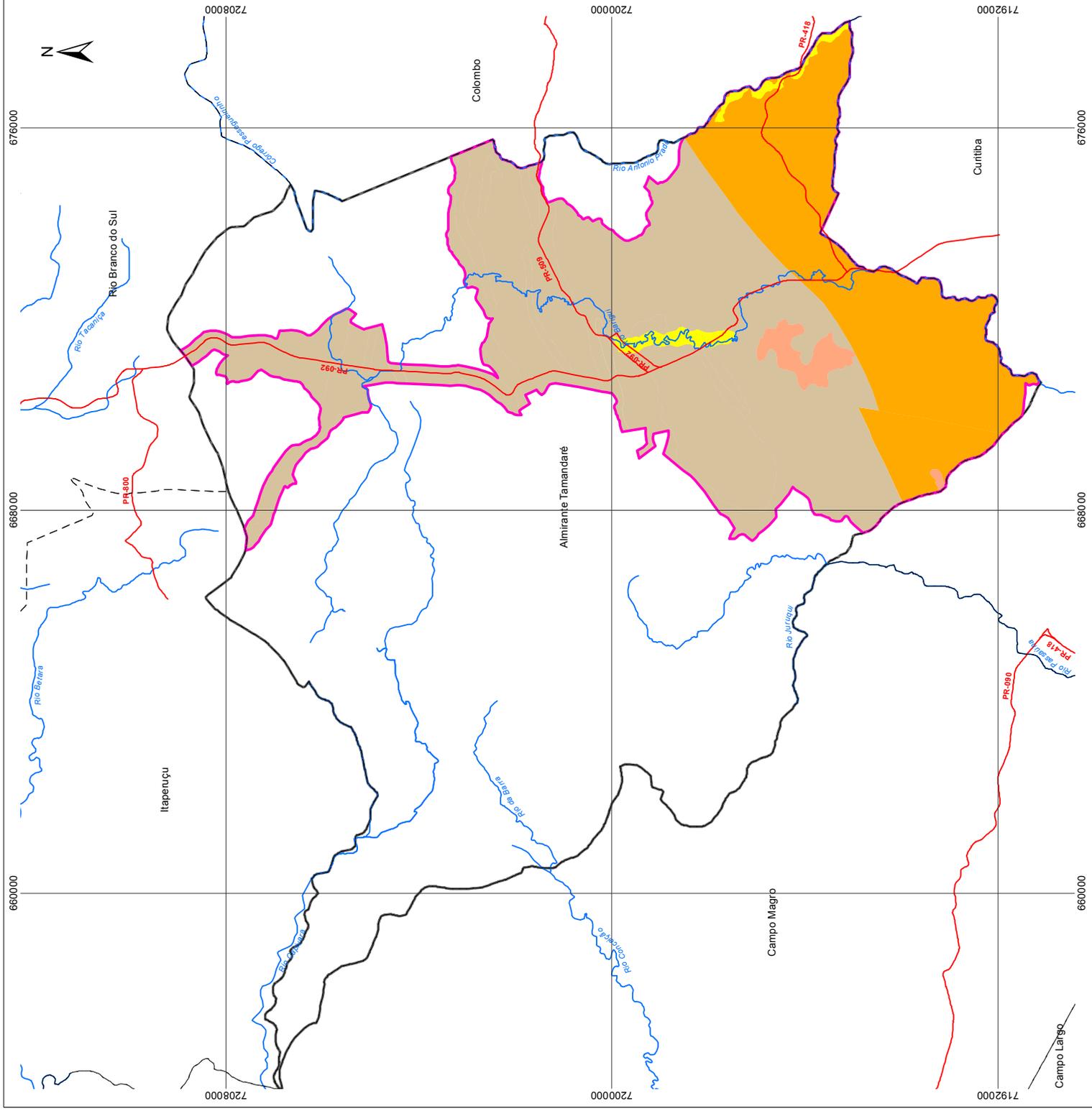
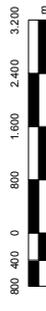
MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
AGRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: ITCG, 2011;
PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006; MINEROPAR, 2004

ESCALA:

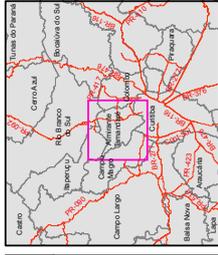
1:80.000



MAPA DE GEOMORFOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Rodovias
- Hidrografia
- Almirante Tamandaré
- Perímetro urbano
- Divisa municipal
- Sub-unidades morfoesculturais
 - Planalto Dissecado de Tunas do Paraná
 - Planalto de Curitiba
 - Planalto do Alto Iguaçu

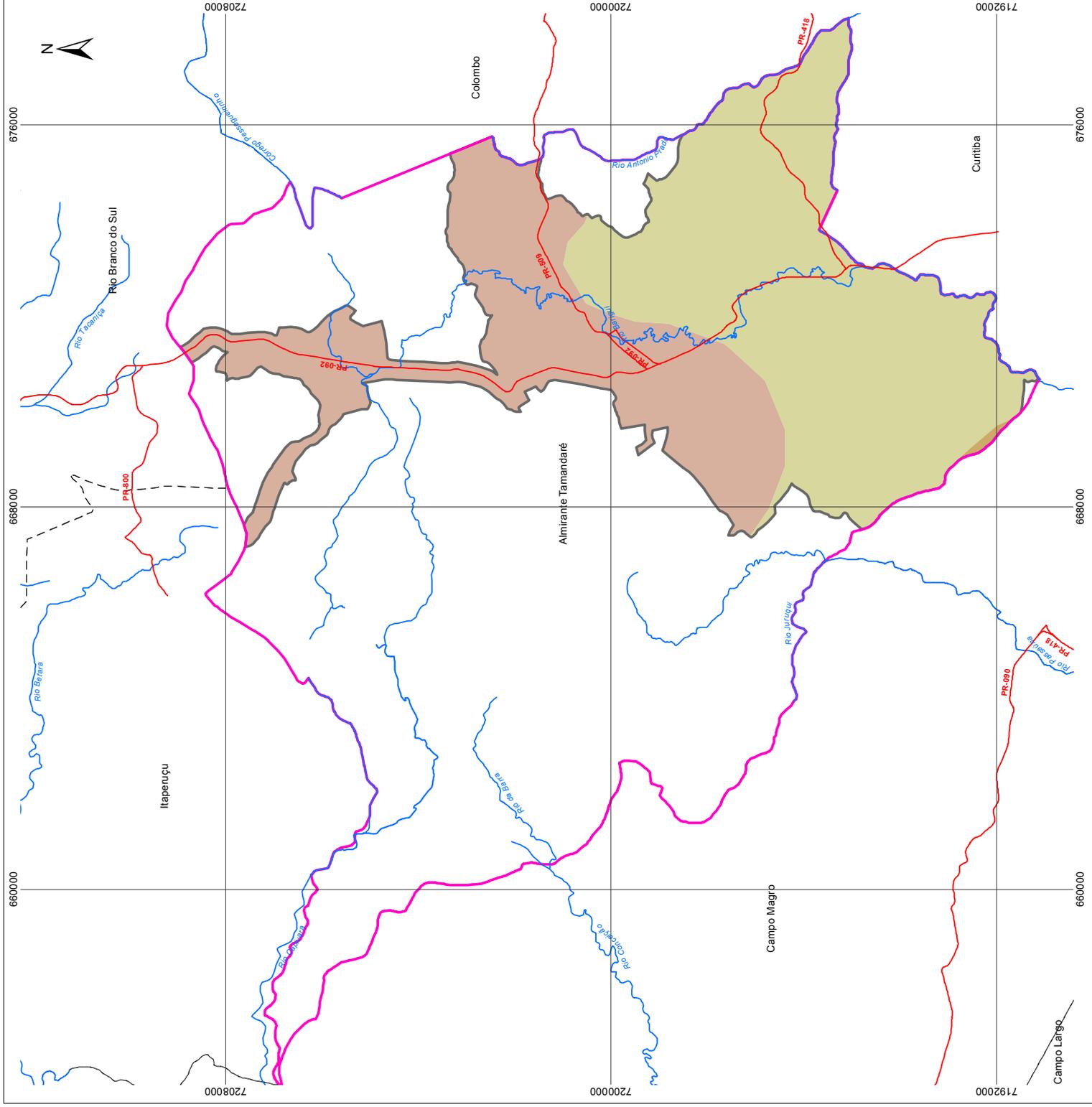
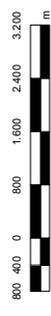
DADOS TÉCNICOS

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
AGREGADAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: ITCC, 2011;
PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006; MINEROPAR/UPPR, 2004

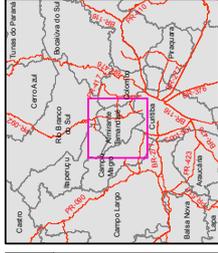
ESCALA:
1:80.000



MAPA DE HIPSOMETRIA DA ÁREA DE ESTUDO

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/PR
2012



LEGENDA

- Rodovias
 - Hidrografia
 - Perímetro urbano
 - Almirante Tamandaré
 - Divisa municipal
-
- Hipsometria (m)**
 - 900 - 920
 - 920 - 945
 - 945 - 960
 - 960 - 975
 - 975 - 1000
 - 1000 - 1025
 - 1025 - 1050
 - 1050 - 1080
 - 1080 - 1105

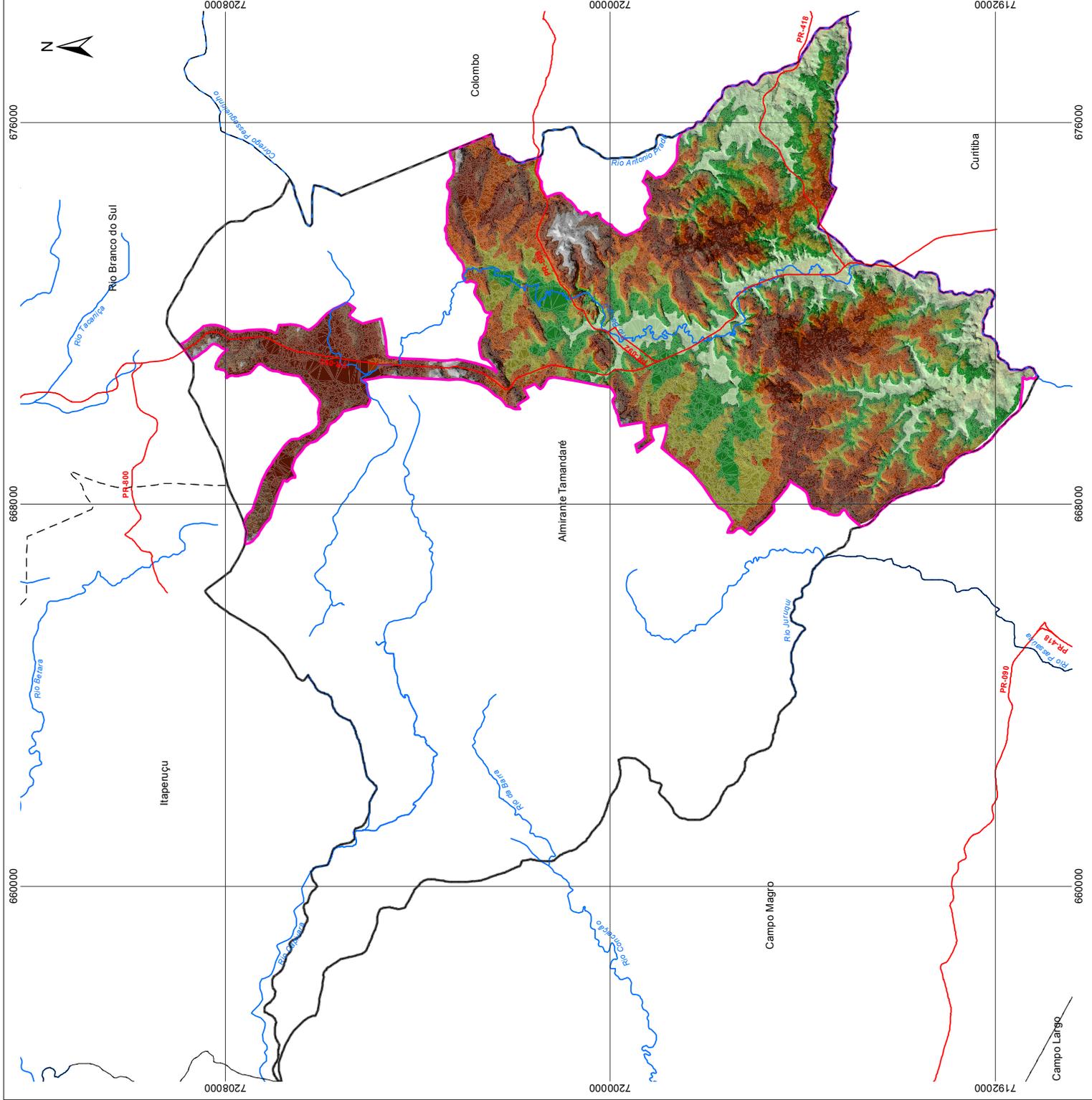
DADOS TÉCNICOS

MERIDIANO CENTRAL: 51° W.G.
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: SUPERHSA, 2000;
ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

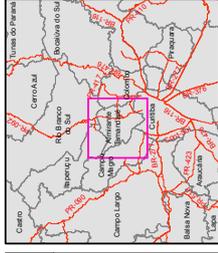
ESCALA:
1:80.000



MAPA DE DECLIVIDADE DA ÁREA DE ESTUDO

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Rodovias
 - Hidrografia
 - Perímetro urbano
 - Almirante Tamandaré
 - Divisa municipal
- Declividade
- Menor que 5%
 - Entre 5 e 12%
 - Entre 12 e 30%
 - Entre 30 e 47%
 - Maior que 47%

DADOS TÉCNICOS

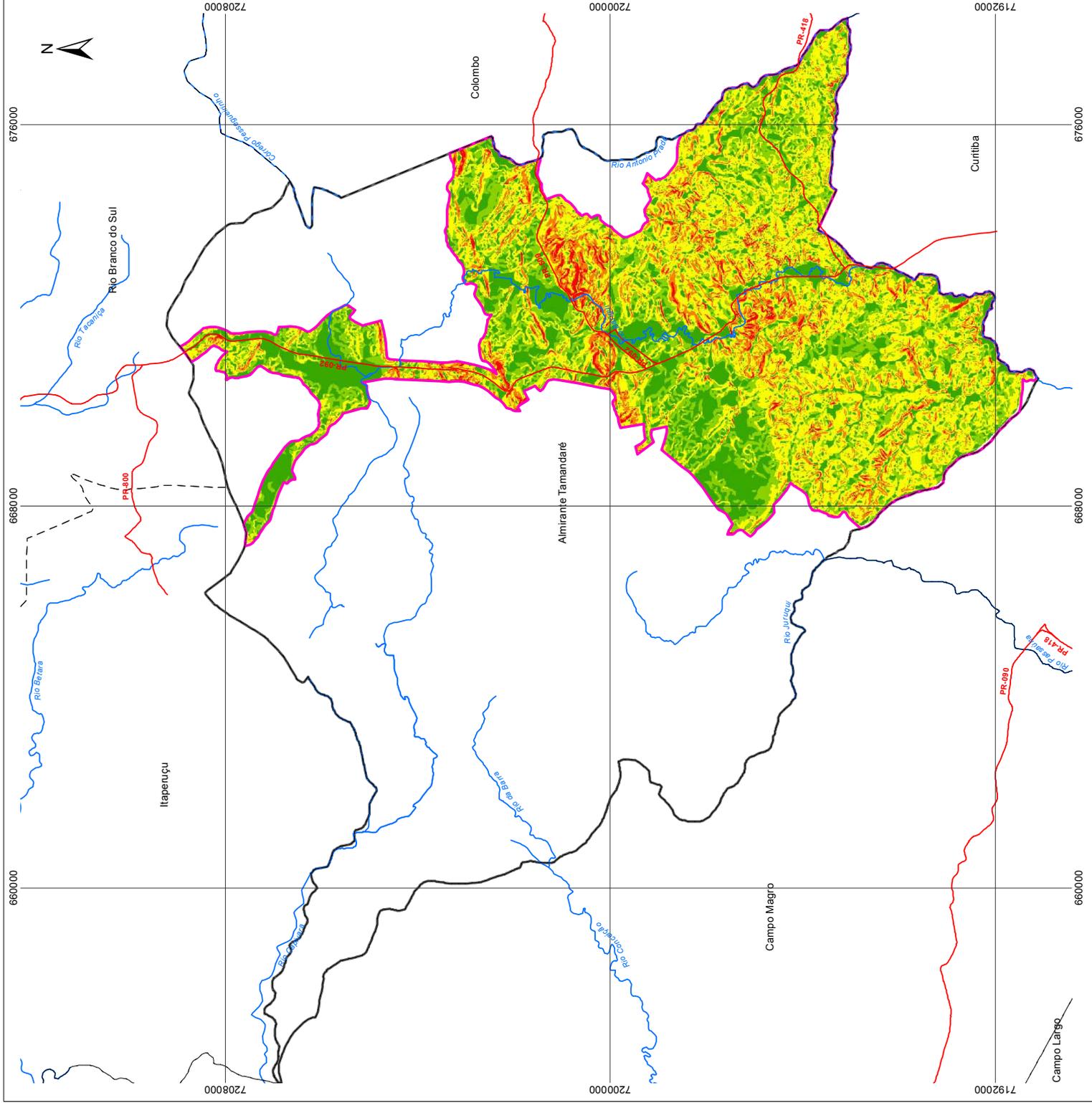
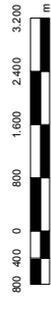
MERIDIANO CENTRAL: 51° W.G.
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: SUDERHSA, 2000;
ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

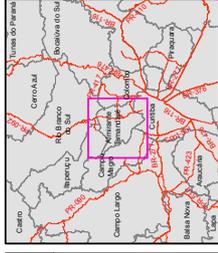
1:80.000



MAPA DE PEDOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- Divisa municipal

- Pedologia
- ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos
 - CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos
 - CAMBISSOLOS HÚMICOS Aluminicos
 - LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos
 - NITOSSOLOS VERMELHOS Distróficos

DADOS TÉCNICOS

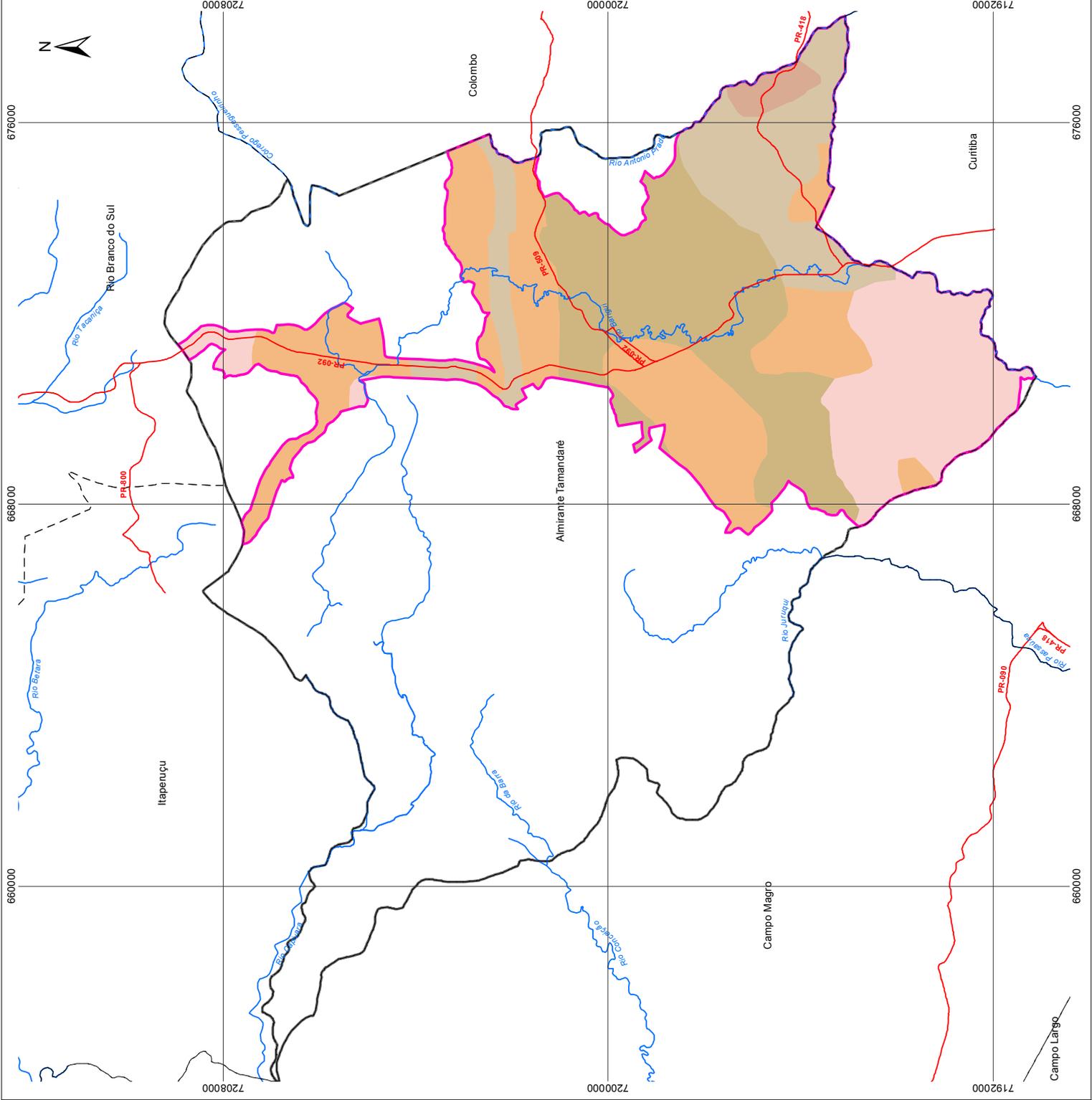
MERIDIANO CENTRAL: 51° W/G;
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: EMBRAPA/EMATER;
ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

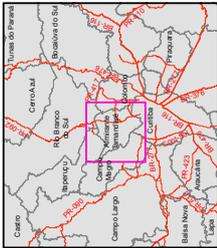
1:80.000



MAPA DE HIDROGRAFIA DA ÁREA DE ESTUDO

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/PR
2012



LEGENDA

- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- Divisa municipal

DADOS TÉCNICOS

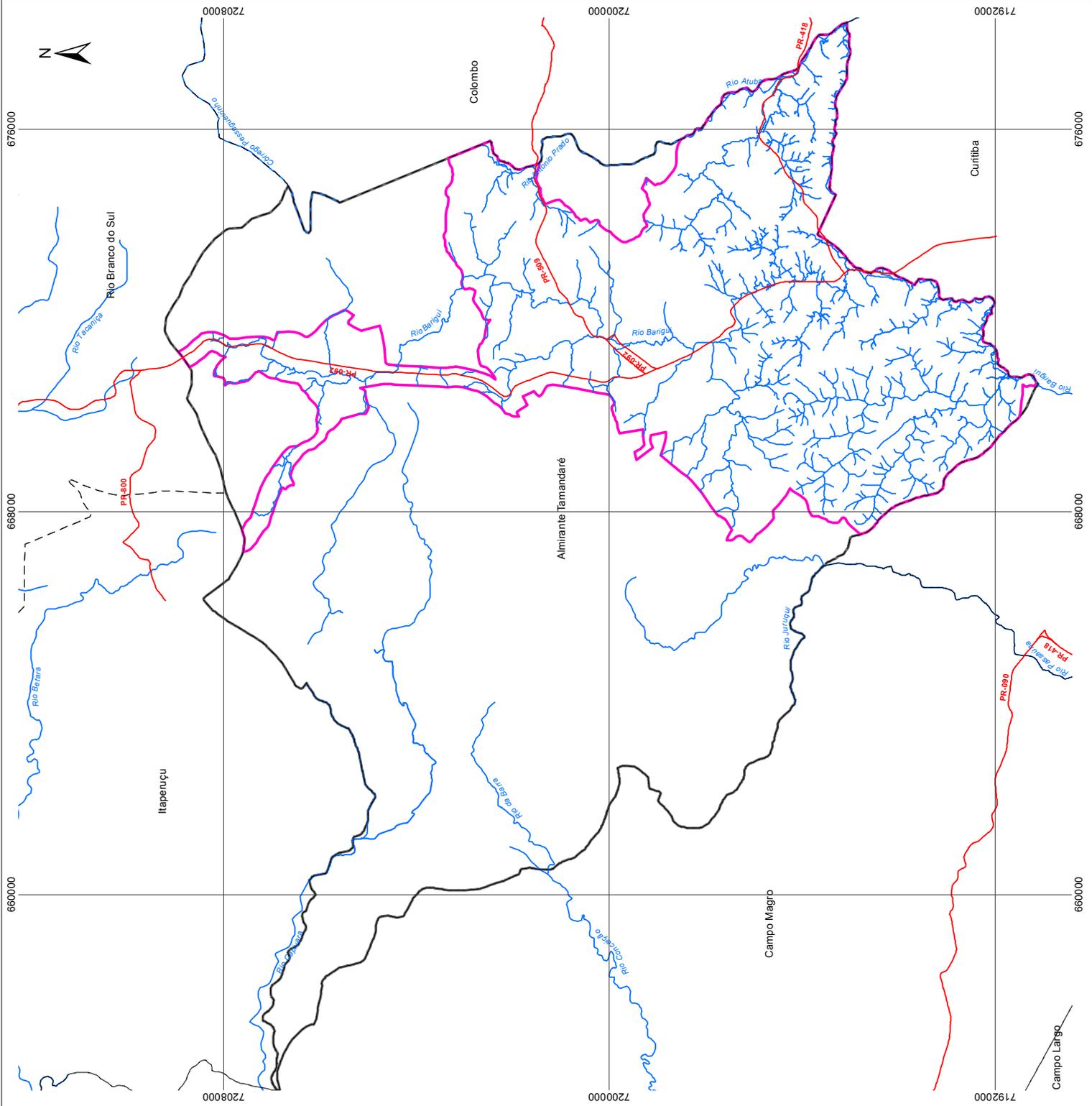
MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
AGRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: SUDERHSA, 2000;
ITCS, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

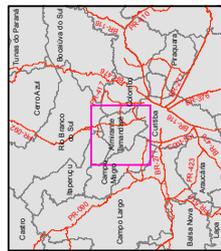
1:80.000



MAPA DE EROSIVIDADE DAS CHUVAS

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- Divisa municipal
- Erosividade das chuvas
- 8001 MJ mm há² ano⁻¹

DADOS TÉCNICOS

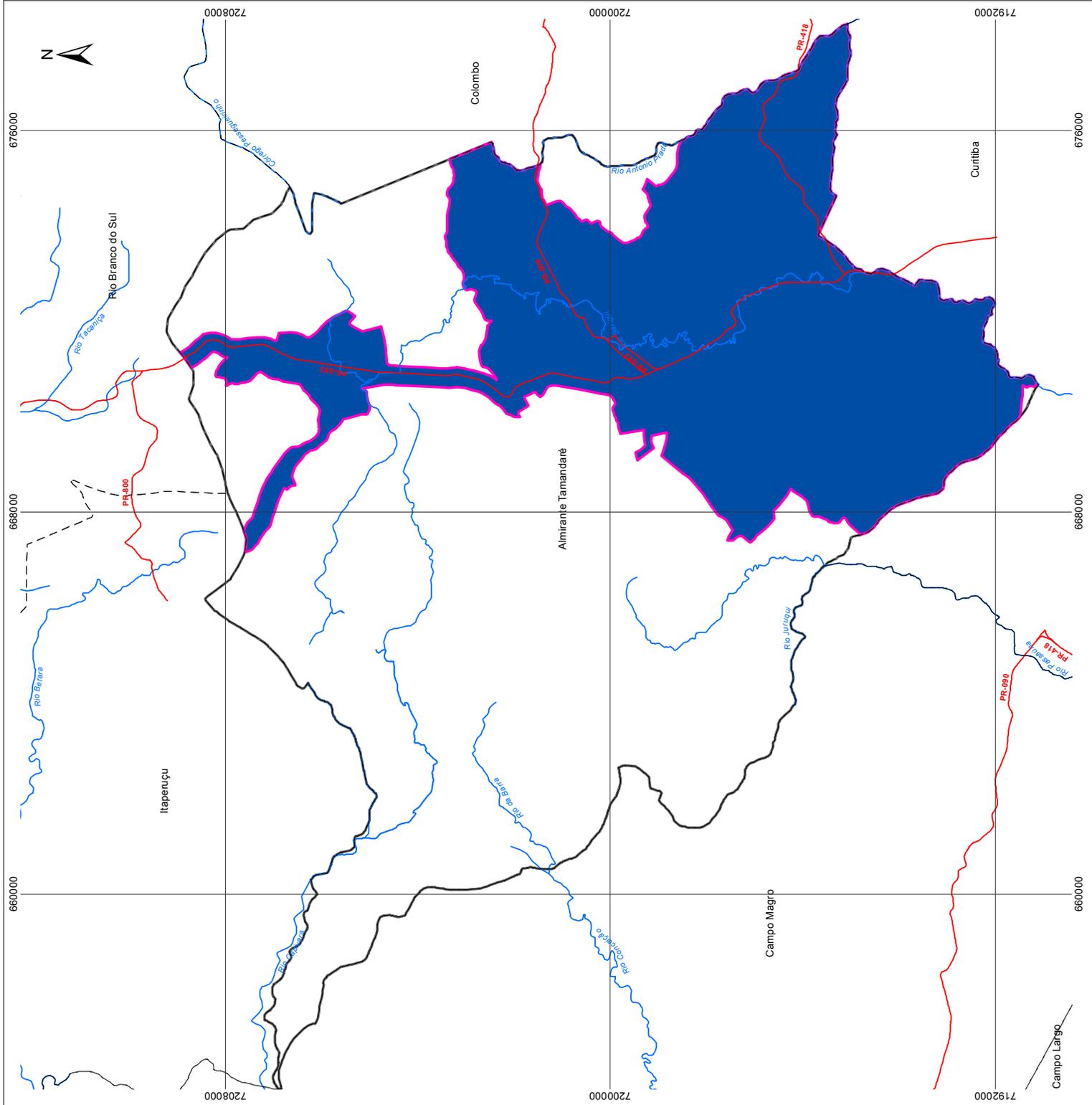
MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
AGRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: ITCG, 2011; PLANO
DIRETOR DE ALMIRANTE TAMANDARÉ, 2006;
WALTRICK, 2010

ESCALA:

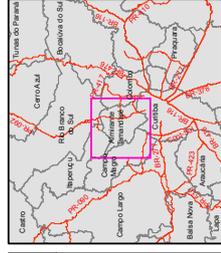
1:80.000



MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- Divisa municipal
- Uso e ocupação do solo
- Floresta em estágio médio ou avançado
- Floresta em estágio inicial
- Reforestamento
- Agricultura anual
- Pastagens e campo
- Solo exposto ou mineração
- Corpos de água
- Área urbanizada

DADOS TÉCNICOS

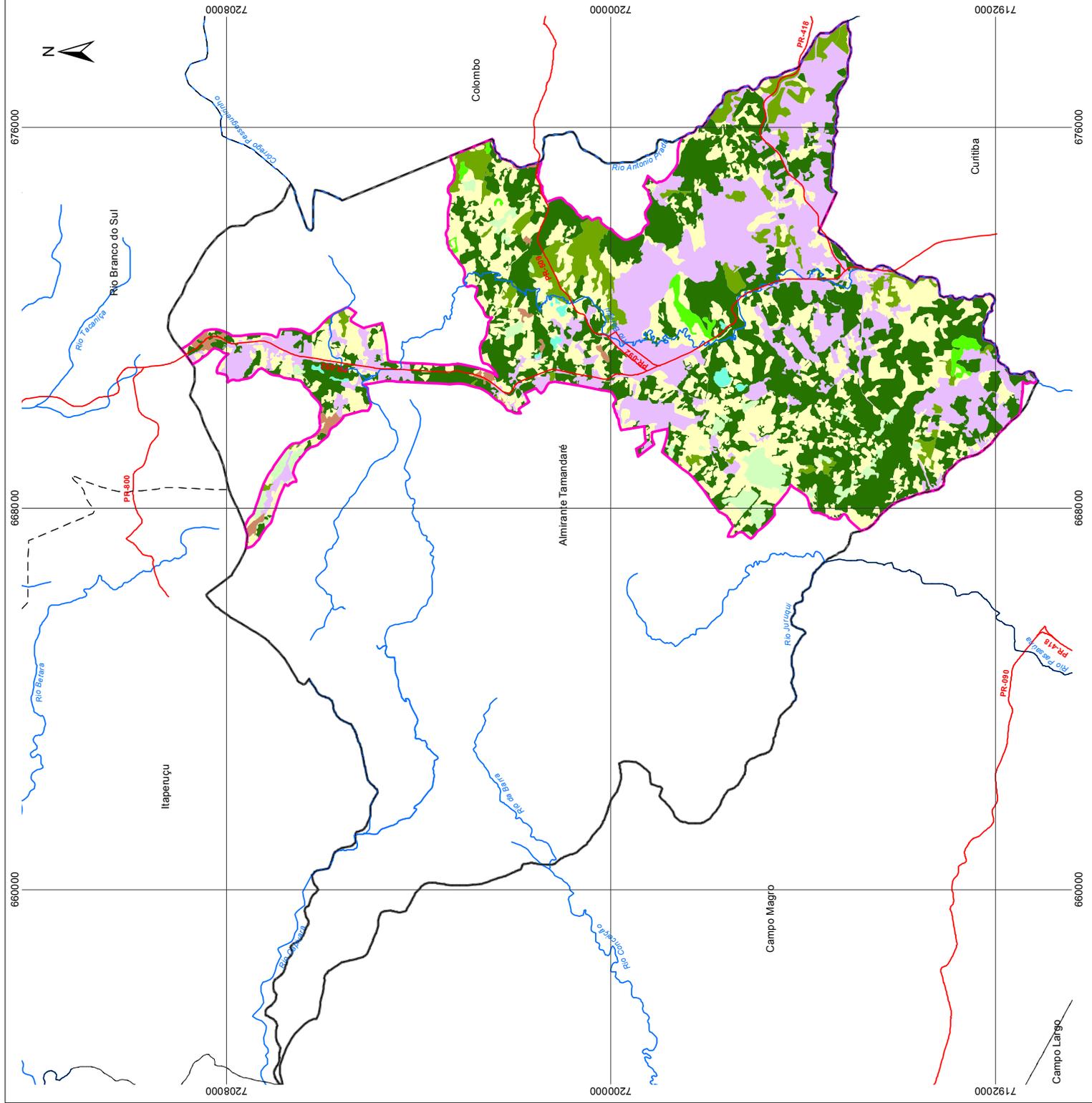
MERIDIANO CENTRAL: 51° W/G;
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: PARANACIDADE:
ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

1:80.000



3.3.3 Aquífero Karst

O termo Karst “de origem servo-croata significa campo de pedras calcárias.” (OLIVEIRA, 1997). O conceito foi empregado para designar a morfologia das formações calcárias encontradas ao norte do Adriático, na península de Istria, noroeste da Iugoslávia, ao final do século XIX (LISBOA, 1997).

Atualmente, o termo é utilizado para designar “as áreas calcárias ou dolomíticas que possuem uma topografia característica, oriunda da dissolução de tais rochas” (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Os elementos típicos de um sistema Karst vão se caracterizando na paisagem na medida que o sistema evolui, de maneira que o conhecimento de todos os elementos somente será possível em sistemas maduros, onde os estágios de evolução já foram alcançados. Por outro lado, sistemas que apresentam partes dos elementos, ou mesmo a sobreposição destes pode indicar tanto um estágio juvenil como a recorrência de processos em virtude de mudanças climáticas, por exemplo (PDM, 2006).

No município de Almirante Tamandaré encontram-se aspectos de praticamente todos os estágios (Mapa 9 – Avaliação do Karst na área de estudo). O Karst encoberto ou epiKarst, onde encontram-se os poços tubulares da companhia de abastecimento público estão localizados nas áreas de estágio mais juvenil. É interessante observar que as dolinas são muito comuns em sistemas cársticos e que o agrupamento destas evolui para um polje. O desenvolvimento de grutas e cavernas somente ocorre nos estágios mais adiantados de amadurecimento (FORD e WILLIAMS, 1989).

Também é interessante observar, a quase inexistência de cavernas em Almirante Tamandaré, fato que se torna mais comum no município vizinho, mais ao norte, de Rio Branco do Sul, demonstrando que estes estágios se processam de maneira diferente na Região Metropolitana de Curitiba.

O principal aspecto de uma área cárstica é “a presença de uma drenagem de sentido predominantemente vertical e subterrânea (criptorréica), seguindo fendas, condutos e cavernas, com quase completa ausência de cursos d'água superficiais.” (OLIVEIRA, 1997).

O sistema cárstico é constituído por três componentes principais, que se desenvolvem de maneira conjunta e interdependente: os sistemas de cavernas, aquíferos de condutos e o relevo cárstico. (TEIXEIRA *et al.*, 2001).

As formas ou feições da paisagem cárstica são caracterizadas pelas dolinas, uvalas, poljés, sumidouros e cavernas, conforme Lima (2004). As dolinas, segundo Cvijic (1983 apud PILÓ, 2000) são “depressões fechadas circulares ou elípticas que se formam na superfície, em função da dissolução de rochas solúveis, normalmente em subsuperfície.” Conforme este autor, “as dolinas podem atingir de poucos metros a centenas de metros de profundidade por várias centenas de metros de diâmetro.

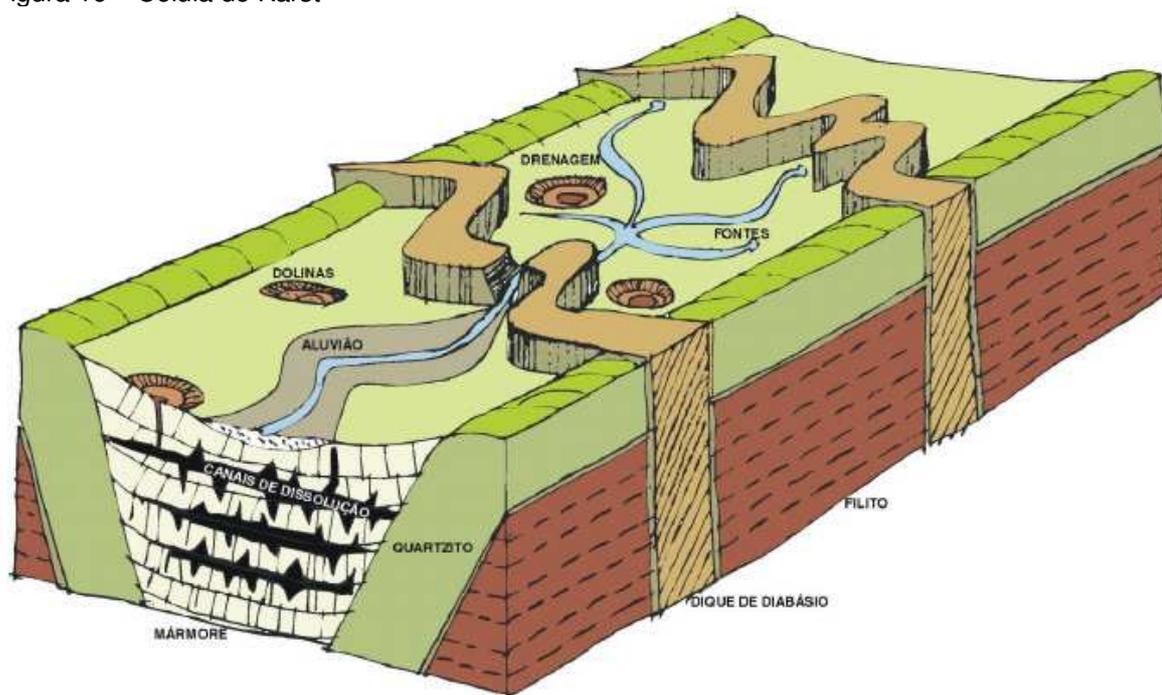
As uvalas, conforme White (1998 *apud* PILÓ, 2000), são morfologias que “podem ser interpretadas como consequência da dinâmica de um conjunto de depressões de dissolução que, com o tempo, vão crescendo e coalescendo”.

O poljé é um termo que é utilizado para designar uma planície cárstica (CHRISTOFOLETTI, 1980) e, de acordo com definição de Piló (2000), correspondem a “largas depressões fechadas, com comprimentos e larguras que chegam a dezenas de quilômetros de largura, com paredes abruptas, fundo plano rochoso ou, mais comumente, recoberto por argilas de descalcificação, aluviões ou depósitos lacustres.” Devido à presença de aluviões, conforme esclarece Christofolletti (1980), “os poljés são lugares preferidos para as culturas e localização dos núcleos urbanos”.

Os sumidouros são áreas que podem evoluir de dolinas, que possuem uma “grande capacidade de absorção e drenagem de águas.” (OLIVEIRA, 1997).

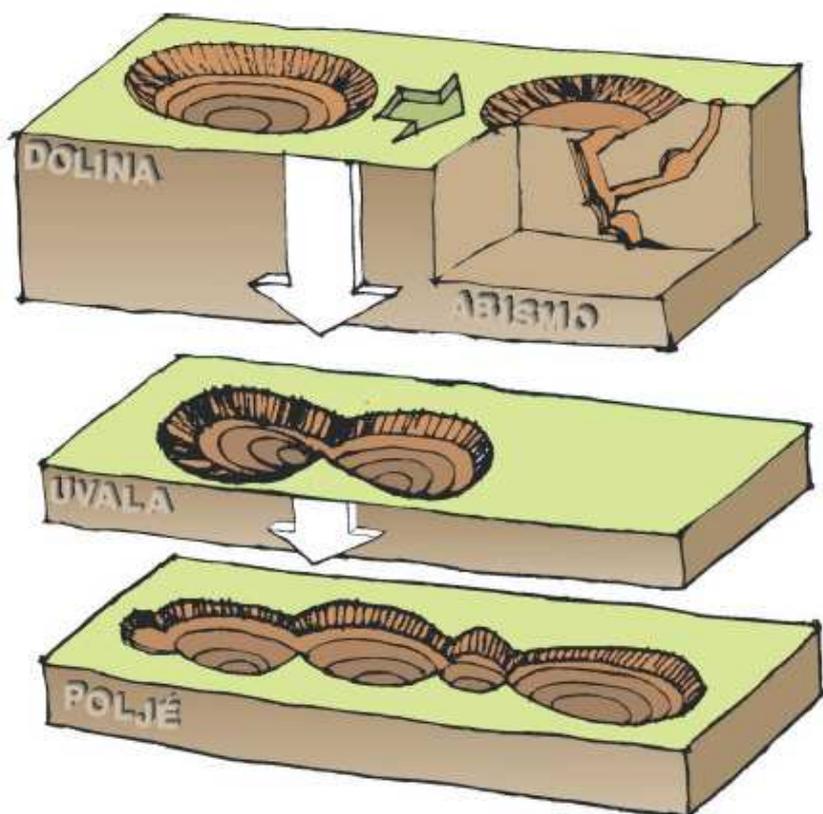
As cavernas são feições comuns às áreas cársticas e podem ser definidas como “um leito natural subterrâneo e vazio, podendo estender-se vertical e horizontalmente e apresentar um ou mais níveis. Na atualidade, podem estar ou não ocupadas por rios.” (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Figura 16 – Célula do Karst



Fonte: Araújo, 2006

Figura 17 – Características do Karst

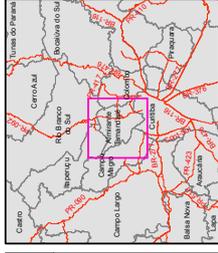


Fonte: Araújo, 2006

MAPA DE AVALIAÇÃO DO KARST DA ÁREA DE ESTUDO

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/PR
2012



LEGENDA

- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- Divisa municipal
- Zona 1 - Área de epicarste encoberto e inundável
- Dolinas, sumidouros e poços
- Depressão de subsidência cárstica
- Dolina de subsidência
- Planície cárstica
- Planície de inundação
- Depressão
- Zona 2 - Área de epicarste encoberto e não-inundável
- Rampa de colúvio
- Rampa de colúvio terraceada
- Zona 3 - Área de epicarste exposto
- Epicarste exposto
- Zona 4 - Bacias de drenagem exógenas em relação ao carste
- Bacias de drenagem exógenas
- Zona 5 - Áreas sem influência direta no carste
- Áreas sem influência do carste

DADOS TÉCNICOS

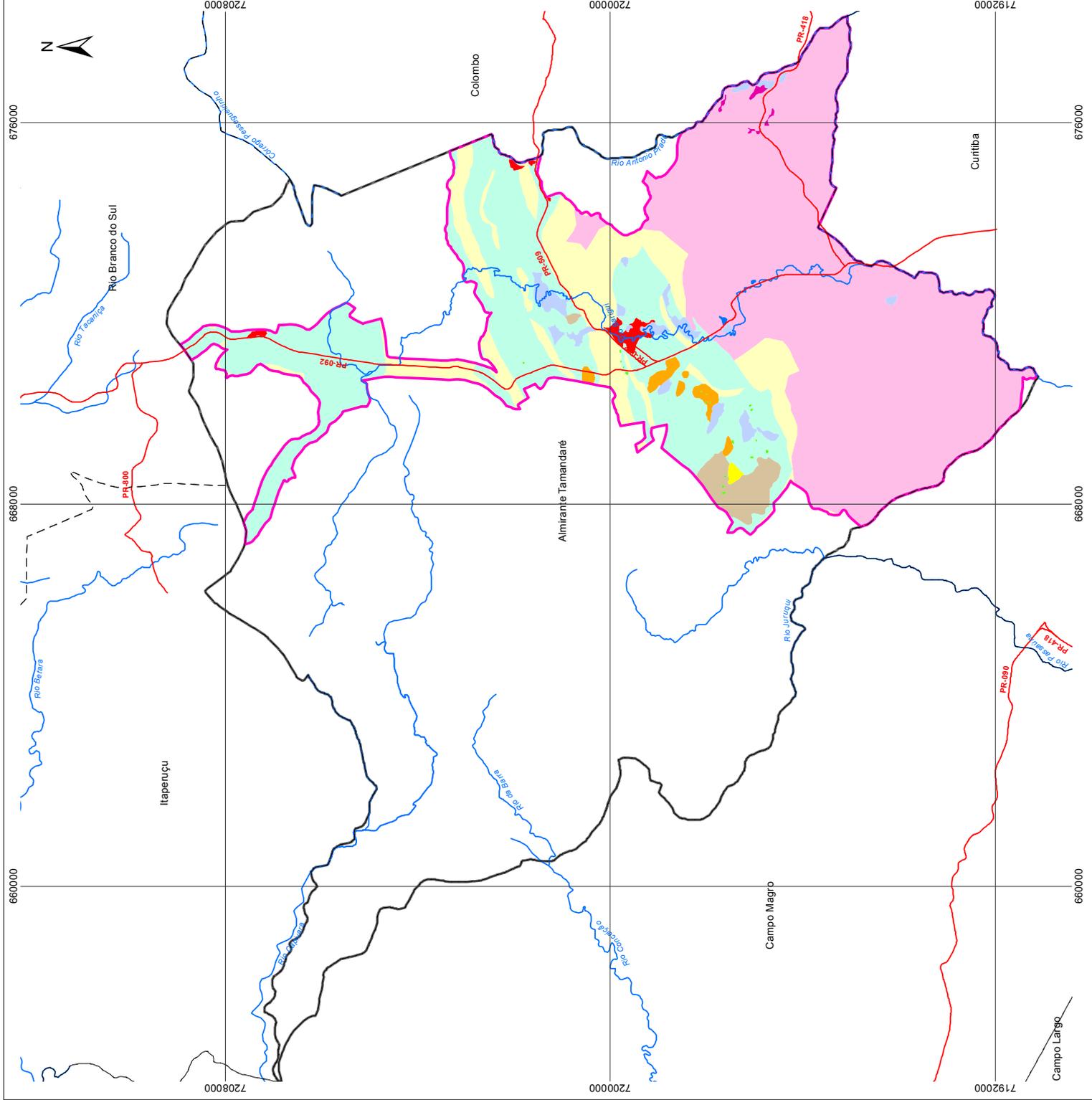
MERIDIANO CENTRAL: 51° WGR
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: ITCC, 2011;
PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

1:80.000



4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados deste estudo aplicado consistem basicamente nos mapas classificando a área de estudo conforme as vulnerabilidades sociais e ambientais (fragilidade ambiental), identificadas e mapeadas de acordo com a metodologia proposta neste estudo. Serão apresentados todos os mapas construídos, de todos os indicadores, principais e secundários elaborados.

Assim, pode-se considerar que este estudo além de apresentar indicadores e mapeamentos intermediários, utilizados para a geração das cartas temáticas finais, três grandes produtos foram gerados com a aplicação da metodologia proposta, os Índices de Fragilidade Ambiental (IFA), Índices Finais de Vulnerabilidade Social (IFVS) e os estudos de identificação e mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs). Além disso, puderam-se realizar sobreposições entre os produtos finais, pois estes apesar de não resultarem em um único indicador (vulnerabilidade ambiental + vulnerabilidade social), os indicadores IFA e IFVS possuem relações entre si, além de possuir relações com as APPs, uma vez que são consideradas ambientes urbanos sensíveis pela legislação ambiental federal.

Assim, as possibilidades de inter-relações entre estes mapas e outras informações de interesse específico são inúmeras, fornecendo resultados praticamente visíveis, espacializados e georreferenciados, tornando-se uma ferramenta extremamente importante e útil de apoio à decisão.

A análise integrada dos elementos do quadro natural e dos aspectos humanos constitui-se como um importante instrumento para a compreensão da situação ambiental de uma determinada área, seja ela do município, do estado, ou mesmo de uma bacia hidrográfica.

No entanto, a análise integrada dos sistemas ambientais é muito complexa e não pode ser explicada em sua totalidade sem uma proposta metodológica consistente, constituindo-se desta forma, como um desafio aos trabalhos científicos. No intuito de contribuir com esta questão na gestão urbana, a presente pesquisa, utilizando a proposta metodológica apresentada, se propõe a analisar o perímetro urbano do município de Almirante Tamandaré e apresentar a situação em que ele se encontra, com relação às vulnerabilidades socioambientais.

Neste sentido, e como subsídio básico para a compreensão da situação da vulnerabilidade socioambiental da área de estudo, parte-se da análise de aspectos que, apesar de não serem os únicos, constituem-se como importantes, para a determinação do grau de fragilidade ambiental e de vulnerabilidade social. Assim, a análise dos resultados primeiramente será feita de forma separada (vulnerabilidade ambiental e vulnerabilidade social).

4.1 VULNERABILIDADE AMBIENTAL

Para a análise da fragilidade ambiental da área de estudo foi obtida a partir do cruzamento dos seguintes dados: declividade, solos, geologia, uso do solo e erosividade das chuvas. Para gerar o Índice de Fragilidade Ambiental (IFA), cada variável utilizada na metodologia foi transformada para a escala de vulnerabilidade (muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto). Assim, após a normalização de cada variável, por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), foi feito o cruzamento das cartas temáticas para gerar a carta de fragilidade ambiental da área de estudo.

O Quadro 18 apresenta o percentual e as respectivas áreas de cada classe de fragilidade ambiental.

Quadro 18 – Distribuição da fragilidade ambiental na área de estudo

Grau de Fragilidade Ambiental	Distribuição
Muito baixo	0,0201%
Baixo	16,2142%
Médio	76,9310%
Alto	6,8342%
Muito alto	0,0005%

Fonte: Calculado a partir de ArcGIS 9.3, 2011

Conforme observado no referido Quadro, a classe de fragilidade ambiental de maior representatividade é aquela que é expressa como “média fragilidade ambiental”. Esta ocorre em 76,93% da área de estudo. Esta classe ocorre distribuída por todos os setores do perímetro urbano. Quanto à “fragilidade ambiental alta”, aproximadamente 7% da área está classificada neste grau, sendo que a distribuição não é muito uniforme, concentrando-se em algumas faixas, porém fora da área da

cidade, com baixa densidade populacional. A “fragilidade alta” ocorre principalmente devido à alta declividade variando entre 30 e 47%. O uso do solo com pastagens e campo, somado as áreas de epicarste encoberto e inundável também contribuíram para a “alta fragilidade ambiental” destas áreas.

Observa-se que segundo a metodologia empregada neste estudo, as áreas com “muito baixa” e “muito alta fragilidade”, isto é, os extremos da escala do indicador, possuem baixas áreas classificadas nestas tipologias. Este fato pode ser explicado devido à adoção da média aritmética para o cálculo dos indicadores, pois para se classificar áreas nos extremos, é necessário que todas as variáveis do indicador sejam classificadas na mesma ordem (1 – muito baixo ou 5 – muito alto). Assim, se uma determinada área for classificada como “muito baixo”, para uma determinada variável, na análise integrada esta área poderá ser classificada como “alta fragilidade ambiental” se as outras variáveis forem normalizadas para o grau “5 – muito alta”. Da mesma forma ocorre se uma área for classificada como “muito alta”, para uma variável qualquer, e na análise integrada esta área poderá ser classificada como IFA = 2.

Do ponto de vista da análise integrada, pode-se considerar que a área de estudo encontra-se em um estado de “médio” a “alto” grau de fragilidade ambiental, pois considerando a carta de Fragilidade Ambiental, grande parte da área é classificada como “média fragilidade”, porém, quando analisado as variáveis que compreendem o IFA, verifica-se que na maioria das variáveis, a área de estudo possui uma fragilidade “alta” e “muito alta”. As principais variáveis que pesaram no cálculo do indicador foram a declividade e geologia. Esse fato se confirma com a realidade da área de estudo, uma vez que é formada por várias regiões frágeis do Karst, além de possui uma topografia acidentada em muitas áreas.

Com relação às áreas sensíveis de APP, a metodologia de delimitação aplicada neste trabalho possibilitou identificar, delimitar e analisar as categorias de APPs consideradas do tipo mata ciliar e encostas no perímetro urbano do município. Foram identificadas 4 classes, porém 3 delas são consideradas de mata ciliar:

- a) APP de cursos de água – identificada, delimitada e avaliada;
- b) APP de nascentes – identificada, delimitada e avaliada;
- c) APP de lagos e lagoas – identificada, delimitada e avaliada;
- d) APP de encostas – identificada, delimitada e avaliada.

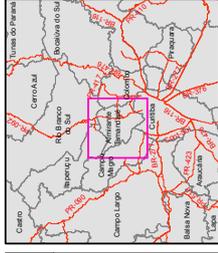
O mapeamento das APPs resultou em cartas que não condizem com a situação real de APPs dentro da área de estudo. A análise foi realizada a partir das áreas delimitadas pela legislação, ou seja, que deveriam ser APP, mas que não consistem necessariamente em áreas de proteção legal.

Observou-se que a maior parte do uso da terra em áreas que deveriam ser mata ciliar ou preservação permanente de encostas não compreende APP, pois há uma considerável região degradada pelas atividades antrópicas, em especial as rurais, cujos conflitos apresentaram-se freqüentes em campos, pastagens e agricultura anual, o que comprova que as APPs ainda são objeto de ações predatórias, principalmente pela exploração agrícola e pecuária. Fato este que mostra certo descaso de proprietários rurais com a legislação ambiental justamente por não haver fiscalização correta e eficiente por parte do poder público.

MAPA DE FRAGILIDADE AMBIENTAL: ÍNDICE DE FRAGILIDADE AMBIENTAL

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Divisa municipal
- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- Índice de fragilidade ambiental
 - Baixo
 - Médio
 - Alto

DADOS TÉCNICOS

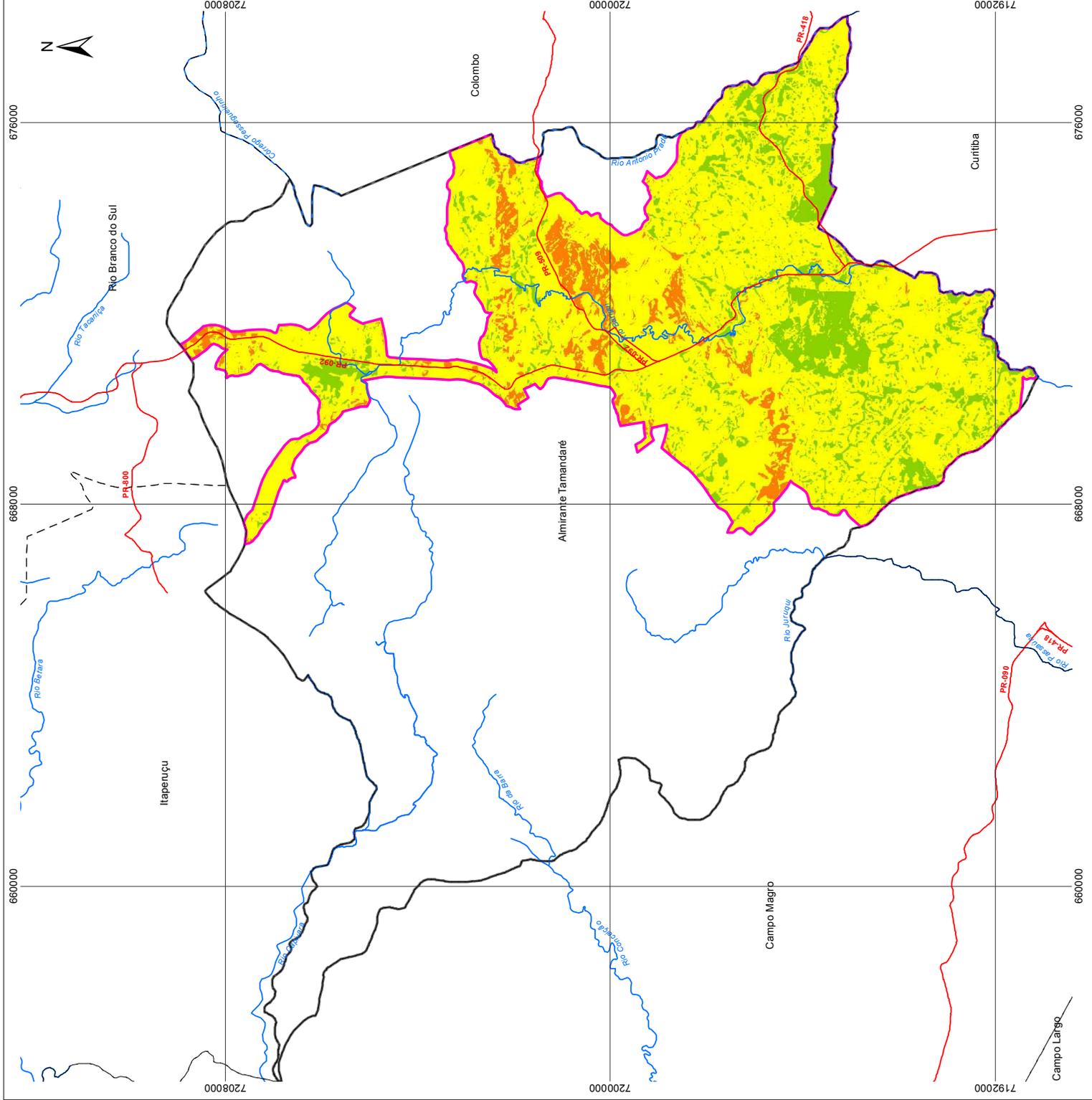
MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: ITCG, 2011;
PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

1:80.000



4.2 VULNERABILIDADE SOCIAL

Os elementos que levaram à classificação dos grupos populacionais (setores censitários) encontram-se nas variáveis selecionadas para o estudo da vulnerabilidade social, traduzidos por fatores de desvantagem social. Esses fatores foram classificados em socioeconômicos e demográficos que, quando combinados, determinaram a vulnerabilidade social desses grupos, ou seja, são fatores que denotam a incapacidade de determinados grupos sociais de responderem positivamente. Os Mapas 11, 12 e 13 apresentam os resultados dos indicadores IVS-1, IVS-2 e IVS-3.

O Quadro 19 apresenta o percentual e a respectiva população de cada classe de vulnerabilidade social da área de estudo.

Quadro 19 – Distribuição da vulnerabilidade social na área de estudo

Classe	Indicador							
	IVS-1		IVS-2		IVS-3		IFVS	
	População / Porcentagem (Distribuição)							
Muito baixo	20.536	26,08%	61.920	78,63%	0	0,00%	887	1,13%
Baixo	43.505	55,24%	10.082	12,80%	887	1,13%	61.901	78,60%
Médio	13.143	16,69%	4.469	5,67%	10.382	13,18%	14.916	18,94%
Alto	1.569	1,99%	1.233	1,57%	67.197	85,33%	1.049	1,33%
Muito alto	0	0,00%	1.049	1,33%	287	0,36%	0	0,00%

Fonte: Calculado a partir de ArcGIS 9.3, 2011

Conforme observado no referido Quadro 19, as classes de vulnerabilidade social não estão distribuídas ao longo da área de estudo, pois todos os indicadores que compõe o estudo social apresentaram resultados com índices maiores que 50% para uma determinada classe.

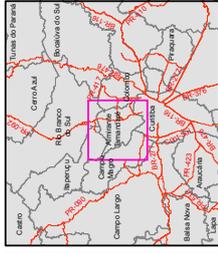
Com relação ao IFVS (Indicador Final de Vulnerabilidade Social), nota-se que o índice de maior representatividade é aquela que é expressa como “baixa vulnerabilidade”. Esta atinge em 78,60% da população da área de estudo. A classe de grau “2” (baixo) ocorre distribuída por todos os setores do perímetro urbano, porém prevalecendo em áreas distantes da sede municipal. Quanto à “vulnerabilidade social alta”, apenas 1,33% população está classificada neste grau, ou seja, 1049 pessoas que estão distribuídas em 3 setores censitários.

Verifica-se que o elemento norteador da vulnerabilidade social é a insuficiência de renda (IVS-3), pois se encontra fortemente correlacionado com todos os demais fatores que indicam pobreza: baixa escolaridade; precariedade nos serviços de saneamento e condições inadequadas de moradia. Os índices de pressão de ocupação (IVS-2) não contribuíram para a “média” ou “alta vulnerabilidade social”.

IVS-1: DEFICIÊNCIA DE INFRA-ESTRUTURA DE SANEAMENTO BÁSICO

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Divisa municipal
- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- IVS-1
- Muito baixo
- Baixo
- Médio
- Alto

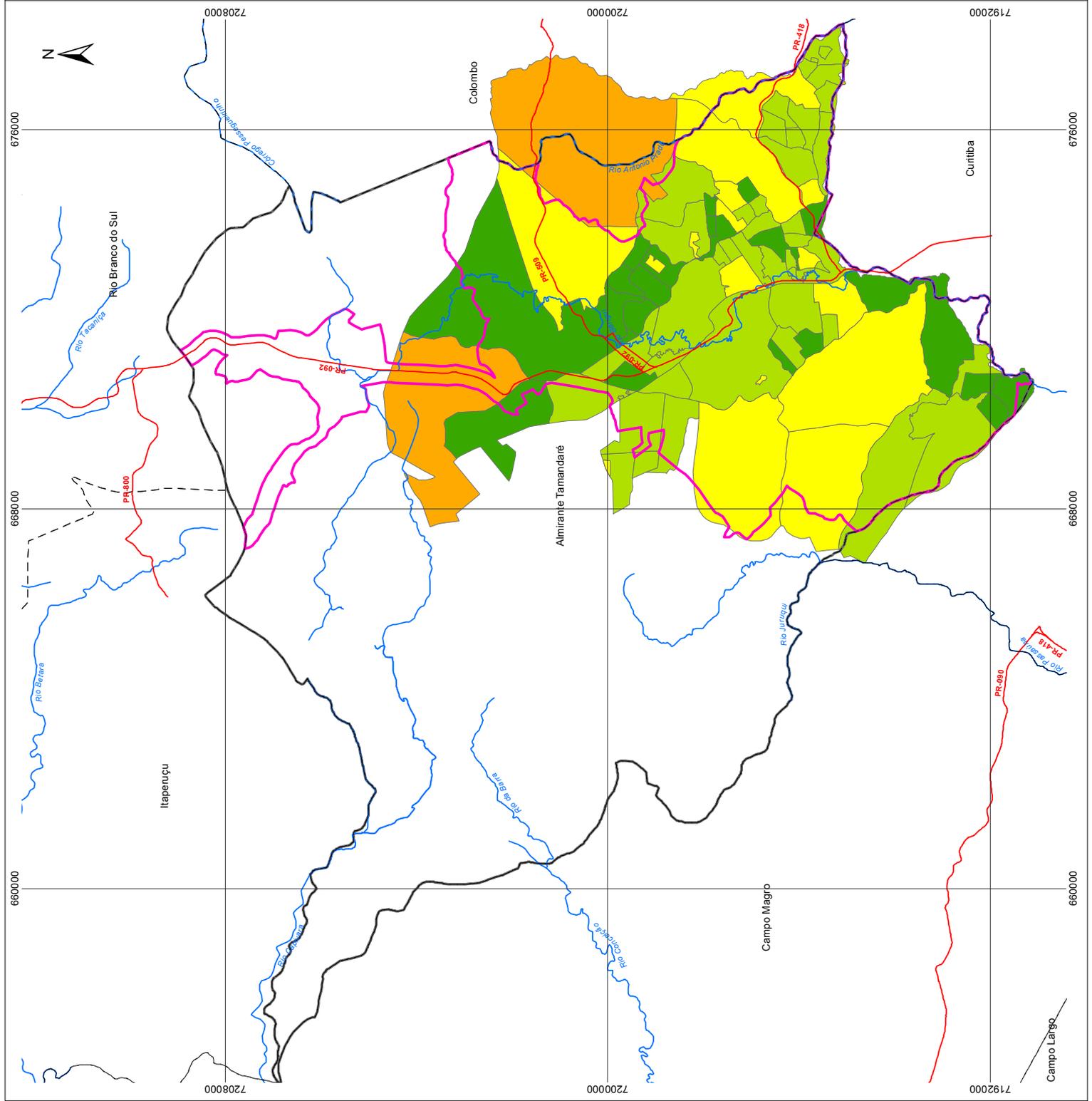
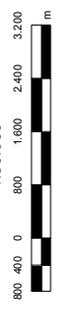
DADOS TÉCNICOS

MERIDIANO CENTRAL: 51° W.G.
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: IBGE, 2000;
ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

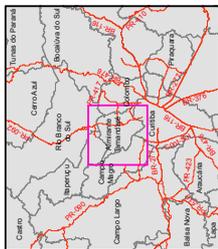
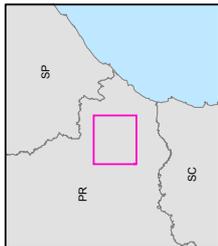
ESCALA:
1:80.000



IVS-2 - PRESSÃO DE OCUPAÇÃO

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Divisa municipal
- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- IVS-2
- Muito baixo
- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito alto

DADOS TÉCNICOS

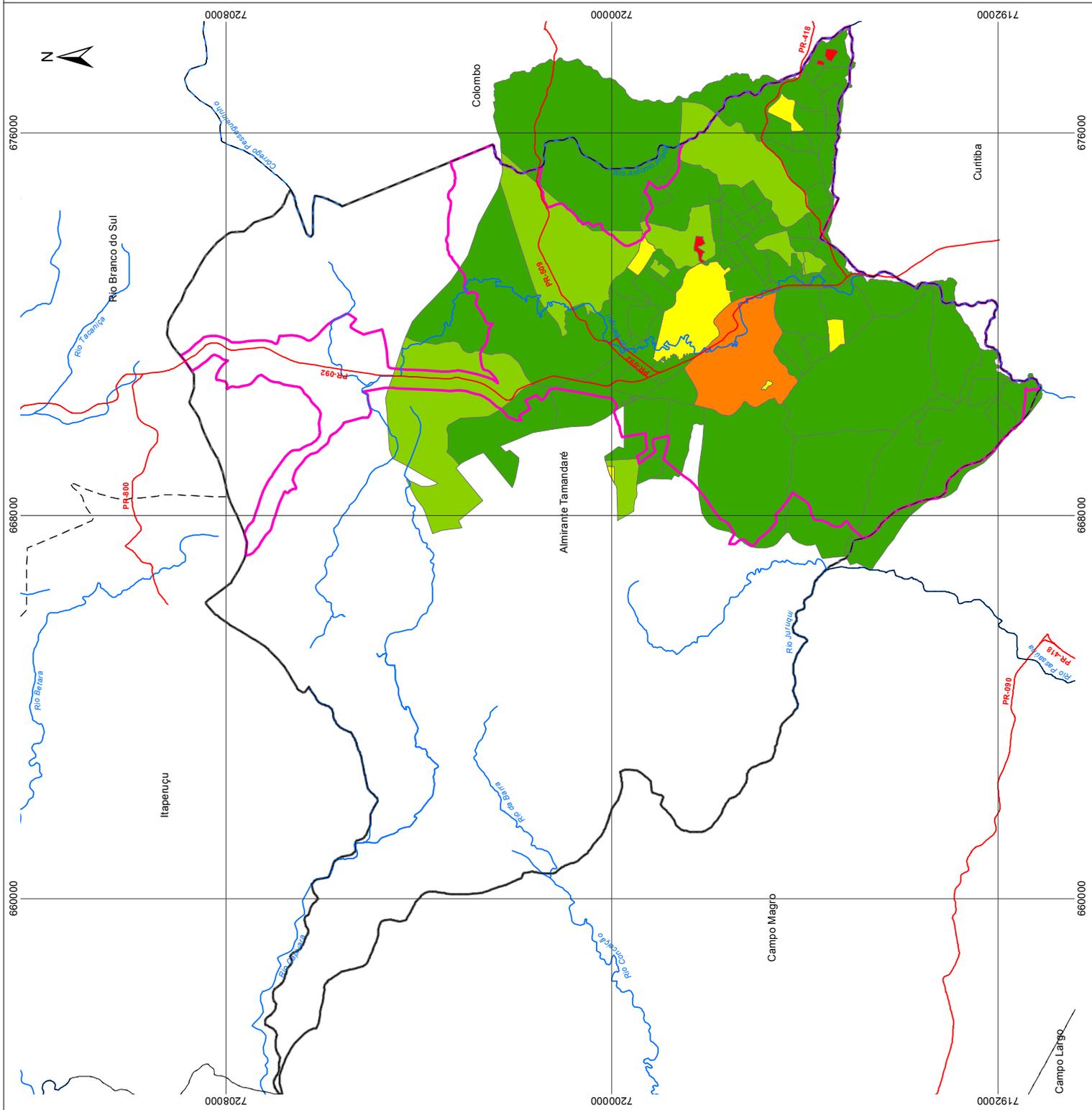
MERIDIANO CENTRAL: 51° W/G;
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: IBGE, 2000;
ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

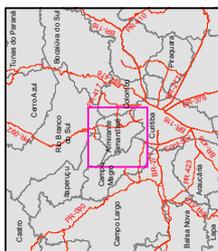
1:80.000



IVS-3 - SENSIBILIDADE SOCIOECONÔMICA

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- - - Divisa municipal
- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- IVS-3
 - Baixo
 - Médio
 - Alto

DADOS TÉCNICOS

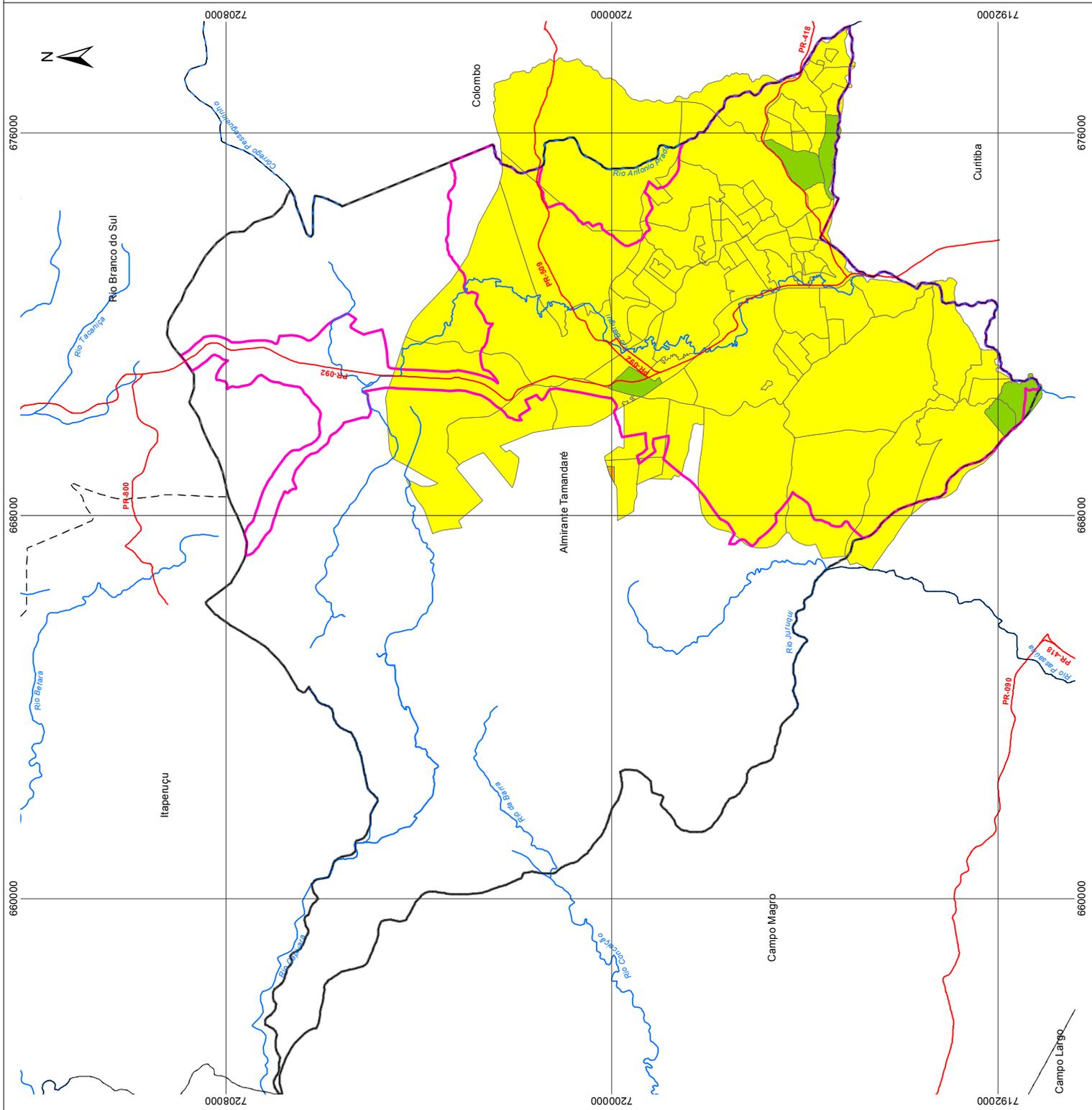
MERIDIANO CENTRAL: 51° W/G;
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: IBGE, 2000;
ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

1:80.000



4.3 VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

Segundo Deschamps, (2004) nesse tipo de estudo, os indicadores podem ser construídos a partir de variáveis primárias ou decorrentes da agregação dos dados primários para escalas, que podem ser locais, regionais, nacional ou ainda global, ou seja, da produção de indicadores ambientais georreferenciados que retratem e espacializem variáveis físicoambientais e as pressões exercidas sobre o ambiente. Podem ser indicadores únicos ou primários, tais como cobertura vegetal, fauna, solos, qualidade da água, qualidade do ar, e indicadores compostos que resultem da sobreposição de duas ou mais variáveis – por exemplo: degradação e exaustão dos solos, ambientes suscetíveis, áreas degradadas, áreas críticas, entre outras. A esses indicadores, podem ainda, serem incorporadas as variáveis estatísticas de demografia e atividades produtivas. Assim, a sobreposição das variáveis ambientais e sociais é importante para avaliar suas inter-relações.

A associação das cartografias sociais e ambientais, necessária em estudos socioambientais, foi possível por meio do procedimento *overlayer* – "sobreposição de camadas", chamado aqui de sobreposição de cartografias. Por meio dessa técnica, foi possível a identificação das áreas onde coexistem riscos ambientais e populações em situação de vulnerabilidade social.

Verifica-se pelos mapas de sobreposição (Mapas 14 e 15, abaixo) que os setores censitários classificados como "vulnerabilidade social média", tendem a habitar áreas de "fragilidade ambiental alta". Apesar de não existirem muitos setores censitários classificados como grau de vulnerabilidade "alto", foi possível constatar esta relação com a "vulnerabilidade média". Estas relações são visíveis em áreas de periferia do município, assim como na cidade não há a identificação de "fragilidade ambiental alta" ou "muito alta".

Pode-se concluir que há uma estreita relação entre a localização espacial dos grupos que apresentam desvantagens sociais e aquelas áreas onde há o risco de ocorrer algum evento adverso, ou seja, populações socialmente vulneráveis se localizam em áreas ambientalmente vulneráveis. Assim, por meio de recursos visuais na associação entre informações sociais e ambientais, chegou-se à conclusão em que confirma a tendência de determinados grupos com desvantagem social em relação aos demais grupos (ou seja, em piores situações econômicas,

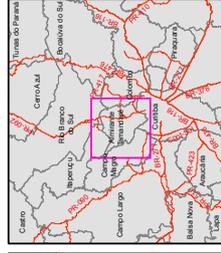
habitacionais e educacionais) residirem, mais freqüentemente, em áreas sujeitas a riscos ambientais. Assim, as desigualdades manifestam-se nas esferas social e espacial, numa estrutura onde se reconhece a dualidade dos espaços.

IFA X IFVS

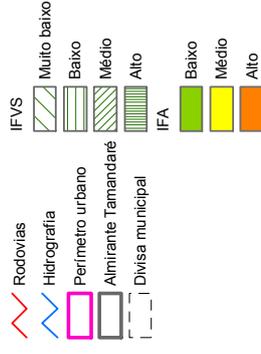
ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR

2012



LEGENDA



DADOS TÉCNICOS

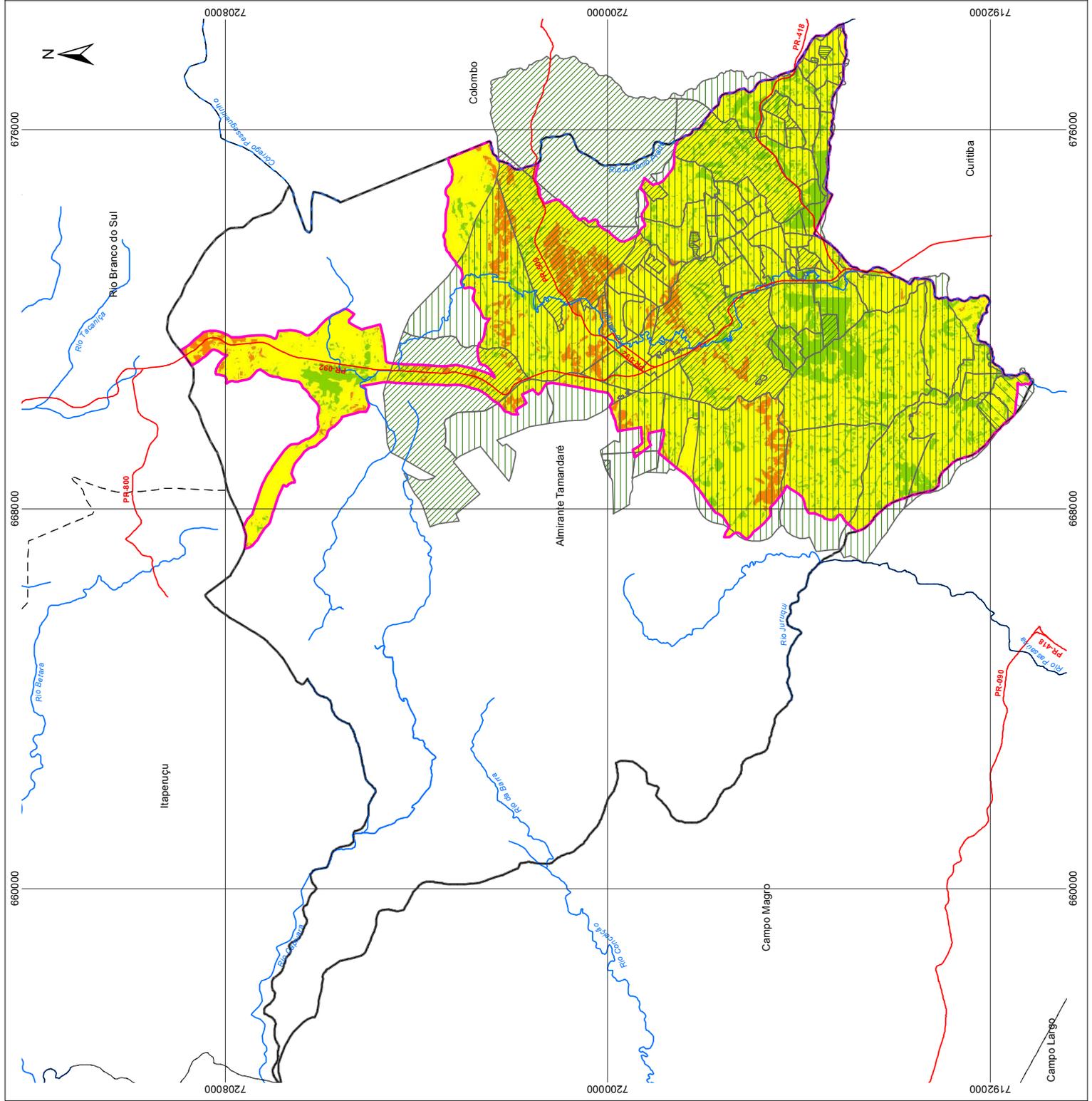
MERIDIANO CENTRAL: 51° WGR
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: ITCG, 2011; IBGE, 2000
PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

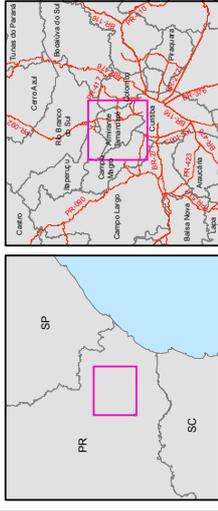
1:80.000



IFVS X IFA

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- Divisa municipal
- IFA Alto
- IFVS Muito baixo
- Baixo
- Médio
- Alto

DADOS TÉCNICOS

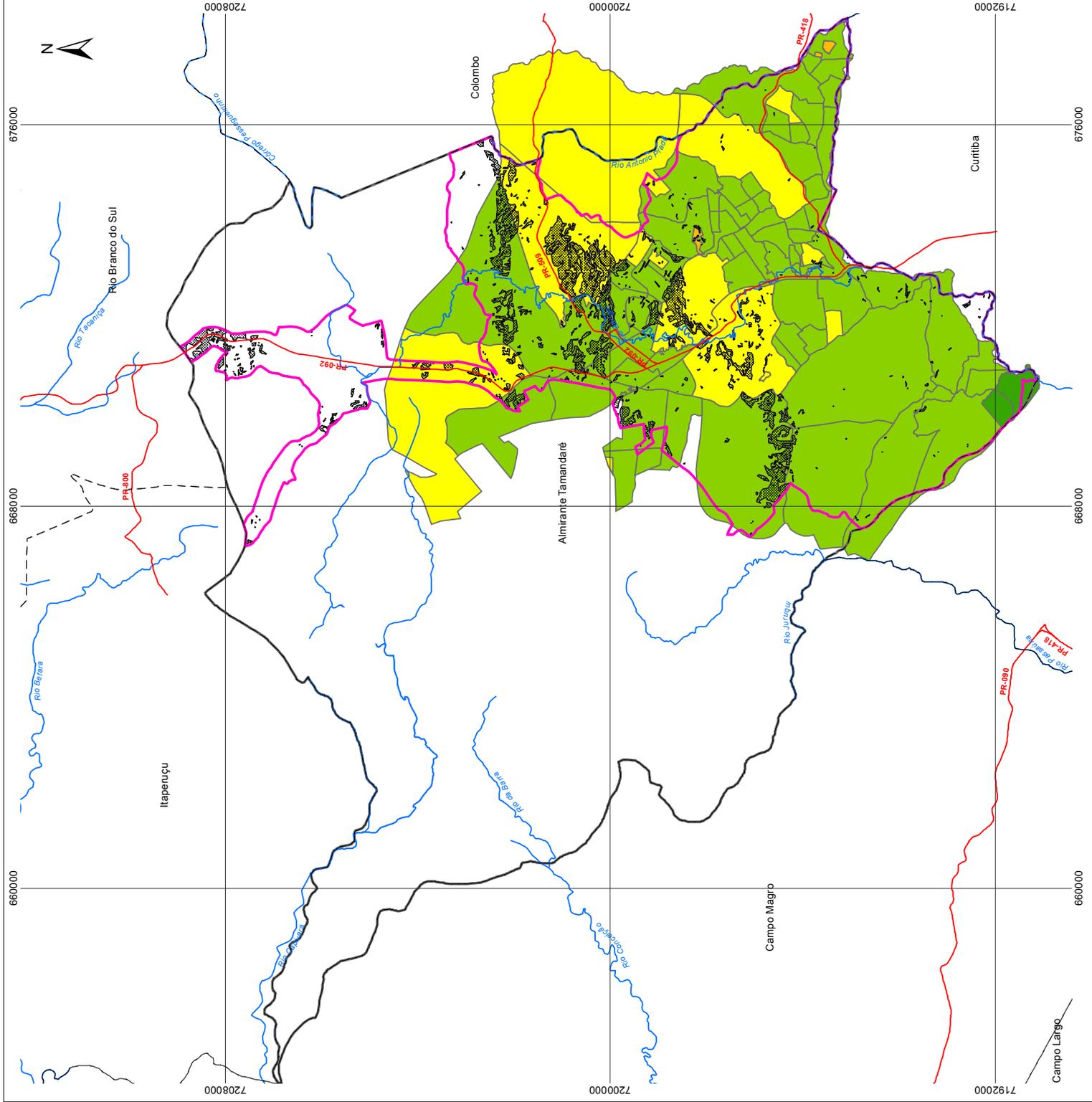
MERIDIANO CENTRAL: 51° WGR
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: ITCG, 2011; IBGE, 2000
PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

1:80.000



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da elaboração do presente estudo, destacam-se alguns pontos, principalmente no que diz respeito à metodologia adotada:

- Os objetivos propostos foram alcançados com êxito, uma vez que, por meio da utilização das técnicas de Geoprocessamento apresentadas, foi possível se chegar ao produto correspondente à Vulnerabilidade Ambiental e Social, e desta forma, levantar um diagnóstico da área específica por meio do mapeamento de diversas variáveis do meio físico-natural e antrópico.
- A utilização da média aritmética entre as variáveis pressupõe que todas elas têm a mesma importância (peso) para o estabelecimento do grau de fragilidade de determinada área. Assim, a média aritmética é uma primeira aproximação à tendência central dos dados.
- As formas de cálculo para obtenção dos graus de fragilidade refletem as diferentes maneiras de ponderar a importância das variáveis avaliadas.
- O método aplicado para mapeamento da Fragilidade Ambiental (FA) mostrou-se adequado, representando a realidade expressa por meio de um modelo espacial computadorizado, podendo ser adequados para aplicação em outras áreas de estudo. Tal método sofreu adaptações, ajustes e acréscimos no desenvolvimento desse trabalho, principalmente devido às características gerais da área de estudo.
- Verificou-se que estes procedimentos operacionais analisados podem apresentar resultados de fragilidade que não refletem as características da área. Por exemplo, nem sempre a declividade mais acentuada é de fato a área mais frágil, ou ao contrário, nem sempre a declividade menos acentuada é realmente mais estável. Pois o Indicador de Fragilidade Ambiental depende também do tipo de geologia, dos solos, do uso da terra e do regime de chuvas. Isto quer dizer que a valorização da declividade no modelo sugerido pode definir uma fragilidade muito forte para uma área muito acentuada, mas que na realidade as demais variáveis poderiam amenizar sua fragilidade

ambiental, ou ainda, poderiam determinar uma fragilidade muito fraca para uma área de relevo estável, mas que as outras variáveis poderiam acentuar sua vulnerabilidade.

- Tanto as ponderações das variáveis, quanto a forma de cálculo para obtenção dos graus de fragilidade são as grandes responsáveis por divergências de resultados.
- Neste trabalho não foi possível apontar o grau de confiabilidade dos modelos, pois não foi comparada com a realidade de campo. No entanto, através da sobreposição dos indicadores IFA (Indicador de Fragilidade Ambiental) e IFVS (Indicador Final de Vulnerabilidade Social) com as imagens de satélite, pôde-se verificar de modo geral uma confiabilidade razoável, em que um determinado indicador refletiu a realidade de algumas áreas do perímetro urbano do município, mesmo utilizando dados desatualizados.
- A grande contribuição dos modelos de fragilidade ambiental é proporcionar uma maior agilidade no processo de tomada de decisões, servindo de subsídio para a gestão territorial de maneira planejada e sustentável, evitando problemas de ocupação desordenada.
- As cartas de fragilidade ambiental nas áreas urbanas são fundamentais para nortear a ocupação, indicando locais mais susceptíveis a catástrofes urbanas. Com a maior escala da carta de fragilidade, aumenta o detalhamento, e permite a avaliação com maior precisão de áreas específicas.
- O principal problema observado está relacionado à atribuição de “pesos” às variáveis. Estes pesos devem indicar a contribuição relativa de cada uma das variáveis na determinação do grau de vulnerabilidade de uma área. No entanto, esta avaliação é geralmente arbitrária e subjetiva, pois é complicado avaliar o quanto cada uma destas variáveis contribui para se estabelecer o grau de vulnerabilidade, principalmente em relação às variáveis socioeconômicas. Esta dificuldade em atribuir pesos a cada uma destas variáveis é que explica as divergências apresentadas entre os modelos e as imagens de satélite de algumas áreas do município em estudo.

- Os indicadores estudados na vulnerabilidade social podem não refletir a realidade, quando sobrepostos com a imagem de satélite, pois tais imagens foram elaboradas em 2009 (Google Earth Pro), já os indicadores utilizados são do Censo Demográfico de 2000 (IBGE).
- Contudo, a metodologia utilizada, bem como a ferramenta computacional de análise, é amplamente flexível. Permite fácil e rapidamente a inclusão de dados complementares ou mesmo a reavaliação das informações temáticas e critérios utilizados em um fórum técnico multidisciplinar, a partir do qual se pode chegar a um consenso e à tomada de decisão. O mapa interpretativo, então, poderá se tornar prescritivo, indicando, além das áreas mais vulneráveis, aquelas mais adequadas ao desenvolvimento de projetos específicos.
- Com a aplicação destes modelos, espera-se que seja possível apontar aspectos positivos e negativos, contribuindo para o aperfeiçoamento dos mesmos e para o desenvolvimento de outros modelos de análise da vulnerabilidade, sobretudo social, uma vez que a análise da vulnerabilidade ambiental já possui mais estudos e modelos consolidados.
- A utilização de ferramentas de geoprocessamento expressa também a contribuição e avanço do uso de novas tecnologias no tratamento de estudos ambientais, mostrando eficiência e agilidade nas aplicações de metodologias com enfoque espacial.
- A metodologia desenvolvida para mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs) apresentou-se bastante satisfatória. A utilização de ferramentas de geoprocessamento a partir de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) permitiu a manipulação, análise e cruzamentos dos dados necessários para a determinação tanto das APPs como também para mapear os conflitos existentes entre as áreas mapeadas e o uso do solo na área de estudo.
- Espera-se que este trabalho possa instigar a comunidade acadêmica interessada em estudos socioambientais quanto à sua aplicação por meio de técnicas de Geoprocessamento, no sentido da cartografia de diversas variáveis do meio natural e antrópico para análises no

âmbito da vulnerabilidade ambiental e social, bem como, possa servir como auxílio para futuras intervenções na área de estudo, principalmente na gestão urbana.

- Pretende-se com este estudo, iniciar as discussões e estruturações de indicadores de vulnerabilidade social e ambiental, ou socioambiental. No entanto, recomenda-se para trabalhos futuros, que sejam feitos estudos mais aplicados quanto à seleção das variáveis para a composição de indicadores socioeconômicos, além da atribuição de “pesos”. Este é um trabalho que deverá envolver profissionais das áreas sociais e engenharia.
- Por fim, esse trabalho busca contribuir como subsídio à gestão urbana através das cartas temáticas apresentadas, bem como no avanço e desenvolvimento do método utilizado.

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H. A Duração das Cidades – Sustentabilidade e risco nas políticas urbanas. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2001. 237 p.
- ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS J. R.; COSTA J. P. V.; SOUZA FILHO J. L. Determinação de fatores da equação universal de perda de solo em Sumé, PB. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 9, p.53-169, 2005.
- ALMIRANTE TAMANDARÉ – PREFEITURA MUNICIPAL; FGV – FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Diagnóstico do Plano Diretor Municipal de Almirante Tamandaré. 2006.
- ARAÚJO, Suely Mara Guimarães de. As áreas de preservação permanente e a questão urbana. Consultoria Legislativa de Meio Ambiente e Direito Ambiental. Brasília: Câmara dos Deputados, 2002.
- ARAÚJO, Maria Luiza Malucelli. A Influência do Aquífero Carste em Almirante Tamandaré. Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba – COMEC, 2006.
- BARBOSA, Christianne Louise Silva. Geoprocessamento na identificação de Áreas de Preservação Permanente e na elaboração do respectivo Plano de Recuperação. 1. ed. Belo Horizonte: Universidade Federam de Minas Gerais – UFMG, Instituto de Geociências, 2006.
- BAZZANO, M. G. P.; ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E. A. Erosividade, coeficiente de chuva, padrões e período de retorno das chuvas de Quaraí, RS. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, p. 1205-1217, 2007.
- BONACIM, E. A. Dinâmica do Sistema Hidrogeológico Cárstico na Área de Tranqueira – RMC. Curitiba, 1996. Dissertação de Mestrado (pós-graduação em geologia). UFPR, 1996.
- BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Diário Oficial da União de 16 de setembro de 1965.
- BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Diário Oficial da União de 20 de dezembro de 1979.
- BECK, Ulrich. La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad. Madrid: Paidós, 1998.
- BERTOL, I.; LEITE, D.; GUADAGNIN, J. C.; RITTER, S. R. Erosão hídrica em um Nitossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada. II – Perdas de nutrientes e carbono orgânico. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.28, p.1045-1054, 2004.
- BEUTLER, J. F.; BERTOL, I.; VEIGA, M.; WILDNER, L. P. Perdas de solo e água num Latossolo Vermelho aluminoférrico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo sob chuva natural. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.27, p.509-517, 2003.

BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. Revista do Departamento de Geografia da USP. n. 6, São Paulo, p. 45 - 61, 1992.

CÂMARA, Gilberto.; MEDEIROS, José Simeão de. Geoprocessamento para Projetos Ambientais. 2. ed. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 1998.

CÂMARA, Gilberto et al. Introdução à Ciência da Geoinformação. 2. ed. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2001.

CARVALHO, M.P.; LOMBARDI NETO, F.; VASQUES FILHO J.; CATANEO A. Índices de Erosividade da Chuva Correlacionados com as Perdas de Um Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico Textura Argilosa de Mococa (SP): Primeira Aproximação do Fator Erodibilidade do Solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 13, p.237-242, 1989.

CARVALHO, D. F.; MONTEBELLER, C.A.; FRANCO, E. M.; VALGARCEL, R.; BERTOL, I. Padrões de precipitação e índices de erosividade para as chuvas de Seropédica e Nova Friburgo, RJ. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, p.7-14, 2005.

CASTRO FILHO, C.; CATANEO, A. e BISCAIA, R. C. M. Utilização da metodologia de Wilkinson para cálculo do potencial erosivo das chuvas em cinco localidades do Paraná. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.6, p.240-241, 1982.

CEPAL - COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Socio demographic vulnerability: old and new risks for communities, households and individuals. Summary and conclusions. Brasília: UNA, 2002.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1999. 236 p.

COGO, N. P. & BERTOL, I. O Papel de Práticas Mecânicas e Não-Mecânicas no Controle da Erosão Hídrica do Solo: Conceitos e Princípios. In: Nueremberg, N. J. ed. Conceitos e Fundamentos do Sistema Plantio Direto. Lages: NRS/SBCS. p.53-75, 1998.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, p. 743-753, 2003.

COLODRO, G.; CARVALHO, M. P.; ROQUE, C. G.; PRADO, R. M. Erosividade da chuva: Distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica de Teodoro Sampaio (SP). Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.26, p.809- 818, 2002.

CONAMA. Resolução n°. 302, de 20 de março de 2002. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. 2002.

CONAMA. Resolução n°. 303, de 20 de março de 2002. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. 2002.

COMEC. Proposta de Macrozoneamento Ecológico-Econômico da APA Estadual do Rio Verde. Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. 2003.

COMEC. Plano de Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo da Região do Karst na Região Metropolitana de Curitiba. Curitiba, 2002.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T & BARBOSA, C. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico Econômico e ao Ordenamento Territorial. São José dos Campos: INPE, 2000.

CREPANI, E; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. G. HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T.G; DUARTE, V. AZEVEDO, L.G. Uso de sensoriamento remoto no zoneamento ecológico-econômico. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Bahia. Anais. INPE, 1996.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188 p.

CUTTER S.L. (Org.) Environmental risks and hazards. London: Prentice-Hall, 1994.

CUTTER S.L. Vulnerability to environmental hazards. Progress in Human Geography, v.20, n. 4, p. 529-539, Dec. 1996.

DESCHAMPS, M.V. Vulnerabilidade Sócio Ambiental na Região Metropolitana de Curitiba, Curitiba, 2004 215f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) Programa MADE, Universidade Federal do Paraná.

DUBOIS-MAURY, Jocelyne; CHALINE, Claude. Les risques urbains. 2. ed. Paris: Armand Colin, 2004.

EMBRAPA e EMATER. Carta Pedológica. Paraná, 1999.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006.

EMA, Inc. Geographic Information Systems. [ca. 2008]. Disponível em: <<http://www.ema-inc.com/gis.html>>. Acesso em: 19 abr. 2009.

ESRI. ArcGIS 9.2 Desktop Help. 2007. Disponível em: <<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=welcome>>. Acesso em: 23 mai. 2009.

FATORGIS. O que são Geotecnologias. [ca. 2007]. Disponível em: <<http://www.fatorgis.com.br/geotecnologias.asp>>. Acesso em: 3 abr. 2009.

FERNANDES, Edésio. Desenvolvimento sustentável e política ambiental no Brasil: confrontando a questão urbana. In: LIMA, A. (Org.). O direito para o Brasil socioambiental. Porto Alegre: Fabris/ ISA, 2002. p. 351-370.

FERNANDES, N. F. e AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológica-geomorfológica. Geomorfologia e Meio Ambiente. (Org. Guerra, José Antônio Teixeira e Cunha, Sandra Baptista) Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1996. p. 123 a 194 (Capítulo 3).

FORD, D.C; WILLIAMS P.W. (eds.) 1989. Karst Geomorphology and Hydrology. London, Unwin Hyman, 601 p.

FOSTER, G. R.; McCOOL, D. K.; RENARD, K. G.; MOLDENHAEUR, W. C. Conversion of the universal soil loss equation to SI units. *Journal of Soil and Water Conservation*, v.36, p.355-359, 1981.

FRAISOLI, Camila. 2005. Valorização do espaço e fragilidade ambiental: o caso da construção do meio ambiente urbano da bacia do córrego Santo Antônio, Mogi Mirim (SP). São Paulo: UNICAMP – Instituto de Geociências (Dissertação de Mestrado).

FREIRIA, N.T. Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana Através de Indicadores: Caso Especial Cidade de Pinhais – PR. Curitiba, 2003. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica, Universidade Federal do Paraná.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONCALVES, F. A.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; CARVALHO, D. F.; CRUZ, E. S. Índices e espacialização da erosividade das chuvas para o Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.269-276, 2006.

GOOGLE. Imagens de Satélite – Google Earth. 2009.

GUERRA, A. J. T.; GONÇALVES, L. F. H. Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001 416p.

HILHORST, Dorothea. Complexity and diversity: unloking social domains of disaster response. In: BANKOFF, G et al. Mapping vulnerability: disasters, development & people. London: Earthscan, 2004. p. 52-66.

IBGE. Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, 2000.

IBGE. Censo Demográfico, 2000.

IBGE. Censo Demográfico, 2010.

IHDP. Newsletter of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change, Bonn, n. 2, 2001.

ITCG. Cartas Temáticas de Geoprocessamento. 2006.

JACINTHO, Luiz Roberto de Campos. Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto como ferramentas na gestão ambiental de unidades de conservação: o caso da área de proteção ambiental (APA) do Capivari-Monos. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo – USP, Instituto de Geociências, 2003.

JACOBI, Pedro. Impactos Sócioambientais urbanos – do risco à busca da sustentabilidade. In: MENDONÇA, F(org). Impactos Socioambientais Urbanos. Curitiba: Editora UFPR, 2004, 328 p.

JANUZZI, Paulo de Martino. Indicadores Sociais no Brasil. 4 ed. Campinas SP: Editora Alínea, 2009.

KASPERSON, J.; KASPERSON, R. International workshop on vulnerability and global environmental change. Stockholm: SEI, 2001.

KAZTMAN, R.; BECCARIA, L.; FILGUEIRA, F.; GOLBERT, L.; KESSLER, G. Vulnerabilidad, activos y exclusión social en Argentina y Uruguay. Santiago de Chile: OIT, 1999.

KOBIYAMA, Masato et al. Consideração da pedogênese através das propriedades hidráulicas do solo. In: FÓRUM GEO-BIO-HIDROLOGIA: ESTUDO EM VERTENTES E MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS, 1. 1998, Curitiba. Anais. Local: FUPEF, 1998. p. 165-172.

LAVELL, Allan. Degradación ambiental, riesgo y desastre. In: FERNANDEZ, Maria Augusta. (Comp). Ciudades en riesgo: degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres. Lima: La Red, 1996.

LIMA, M. C. Fragilidade ambiental da bacia do rio Pacatuba. 2004. 89 f. Monografia (Especialização em Análise Ambiental) – Departamento de Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LIVERMAN, D. Vulnerability to drought in Mexico: the case of Sonora and Puebla in 1970. Annals of the Association of American Geographers, Washington, v.80, 1990.

LISBOA FILHO, Jugurta.; IOCHPE, Cirano. Modelagem de Banco de Dados Geográficos. 1. ed. Porto Alegre: XX Congresso Brasileiro de Cartografia, 2001.

LISBOA, A. A. Proposta de metodologia para avaliação hidrogeológica do aquífero cárstico, compartimento de São Miguel. 1997. 137 f. Dissertação Mestrado em Geologia – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba: UFPR.

LOMBARDI NETO, F. Rainfall erosivity - its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brazil. West Lafayette, Purdue University, 1977. 53p. (Tese de Mestrado).

MACEDO, Luiz Rogério de Lima; OLIVEIRA, Lúcio Ivo de Melo; ROCHA, Washington de Jesus de Sant'Anna Franca Rocha. Mapeamento de áreas ambientalmente frágeis nos municípios que compõe a APA de Pratigi, litoral sul da Bahia, a partir de lógica nebulosa. AGIRÁS. Revista AGIR de Ambiente e Sustentabilidades Ibirapitanga (BA), v. 2, n. 3 (Agosto/Novembro de 2010).

MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; FONSECA, S.; MARQUES, J. J. G. S. M. Perdas de solo e água por erosão hídrica em sistemas florestais na região de Aracruz (ES). Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, p.395-403, 2003.

MELLO, G.; BUENO, C. R. P.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de perdas de solo, do potencial natural e risco de erosão em áreas intensamente cultivadas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, p.315-322, 2006.

MELLO, C. R.; SÁ, M. C. A.; CURI, N.; MELLO J. M.; VIOLA, M. R.; SILVA, A. M. Erosividade mensal e anual da chuva no Estado de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, p.537-545, 2007.

MENDONÇA, F(org); MONTEIRO, C.A.F [et al.]. *Impactos Socioambientais Urbanos*. Curitiba: Editora UFPR, 2004, 328 p.

MINEROPAR e UFPR. *Atlas geomorfológico do Estado do Paraná*. Escala base 1 : 500.000, modelos reduzidos 1 : 250.000/ *Minerais do Paraná*; Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006. 63 p.; il.

MITCHELL, J. K. 1990. Human dimensions of environmental hazards: Complexity, disparity, and the search for guidance, in *Nothing to fear: Risks and hazards in American society*, ed. A. Kirby, 131-175. Tucson, AZ: University of Arizona Press.

MORAIS, L.F.B.; MUTTI, L.S.M. & ELTZ, F.L.F. Relações entre características físicas da chuva e perdas de solo no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.12, p.285-288, 1988.

MOREIRA, M. C.; PRUSKI, F. F.; OLIVEIRA, T. E. C.; PINTO, F. A. C.; SILVA, D. D. Neterosividade MG: Erosividade da chuva em Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1349-1353, 2008.

MOREIRA, Antônio Cláudio M. L. Conceitos de ambiente e de impacto ambiental aplicáveis ao meio urbano. Disponível em: http://www.usp.br/fau/docentes/deprojeto/a_moreira/producao/conceit.htm.

MORETI, D.; CARVALHO, M. P.; MANNIGEL, A. R.; MEDEIROS, L. R. Importantes características de chuva para a conservação do solo e da água no município de São Manuel (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.713-725, 2003.

MOSER, C. The asset vulnerability framework: reassessing urban poverty reduction strategies. *World Development*, New York, v.26, n. 1, 1998.

MUÑOZ, Maria de Los Angeles Dias. Resíduos, población y riesgo. *Perspectivas desde las ciencias sociales para el estudio de un problema ambiental*. Série Geográfica, Madrid, n. 5, p. 5-20, 1995.

NASCIMENTO, Melchior Carlos et al. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 15, n.2, 2005. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v15n2/A10V15N2.pdf>>. Acesso em 15 abr. 2009.

NOWATZKI, Alexei; SANTOS, Leonardo José Cordeiro; VEDOR, Eduardo de Paula. *Utilização do SIG na Delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) na Bacia do Rio Sagrado (Morretes/PR)*. Sociedade e Natureza: Uberlândia, 2010.

OLIVEIRA JÚNIOR, Marco Antônio Rodrigues de. *Geoprocessamento como ferramenta de análise integrada de riscos de acidentes industriais*. 1. ed. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo – USP, 2008.

OLIVEIRA, L. M. *A gestão de riscos geológicos urbanos em áreas de carste*. Curitiba: MINEROPAR, 1997. 46 p.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Agenda 21. Rio de Janeiro, 1992.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Living with Risk, A Global Review of Disaster Reduction Initiatives. Inter-agency Secretaria Internacional Strategy for Disaster Reduction (ISDR), Genebra – Suíça, 2004. 398p.

PANTELIC, J.; SRDANOVIC, B.; GREENE, M. Postmodern urbanization and the vulnerability of the poor. Third Urban Research Symposium: “Land Development, Urban Policy and Poverty Reduction”, The World Bank and IPEA. Brasília, DF, Brazil. April 4-6, 2005.

PARANÁ CIDADE. Carta de Uso e Ocupação do Solo de Almirante Tamandaré - PR. Escala 1.10.000. Curitiba, 2006.

PEREIRA, Gislene. A natureza nos fatos urbanos: produção do espaço e degradação ambiental. Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, n° 3, 2001.

PILÓ, L. B. Geomorfología cárstica. In: Revista Brasileira de Geomorfologia. Minas Gerais, v. 1, n. 1, p. 88-102, 2000.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ALMIRANTE TAMANDARÉ. Plano Diretor Municipal. Curitiba, 2006.

PROCHNOW, D.; DECHEN, S. C. F.; DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; VIEIRA, S. R. Razão de perdas de terra e fator C da cultura do cafeeiro em cinco espaçamentos, em pindorama (SP). Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.29, p.91-98, 2005.

RIBEIRO, Carlos Antonio Alvares Soares et al . O Desafio da delimitação de áreas de preservação permanentes. Rev. Árvore, Viçosa, v. 29, abr. 2005. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622005000200004&lng=en&nrm=iso. Acesso em 25 mai. 2009.

ROMERO, M.A.B, (2001). Cidades Sustentáveis. Disponível em <http://www.unb.br/fau/planodecurso/graduacao/Pu2B/CIDADESSUSTENTaVEIS.doc>, acessado em 18/06/2010.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. A sustentabilidade do ambiente urbano da capital. In: PAVIANI, Aldo; GOUVÊA, Luiz Alberto (Orgs). Controvérsias ambientais. Brasília/DF: Editora da Universidade de Brasília (UNB), 2003.

ROQUE, C. G.; CARVALHO M. P.; PRADO R. M. Fator erosividade da chuva de Piraju (SP): Distribuição, probabilidade de ocorrência, período de retorno e correlação com o coeficiente de chuva. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.25, p.147-156, 2001.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia Ambiente e Planejamento. São Paulo: Contexto, 1990.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. Revista do Departamento de Geografia, n. 8, São Paulo: FFLCH/USP, 1994.

ROSS, Jurandir Luciano Sanches. Aplicabilidade do conhecimento Geomorfológico nos Projetos de Planejamento. in: GUERRA, Antonio Jose Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia : uma atualização de bases e conceitos. 365-391 pp. 4. ed Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 472p.

RUFINO, R.L.; BISCAIA, R. C. M. & MERTEN, G. H. Determinação do potencial erosivo da chuva do estado do Paraná através da pluviometria: terceira aproximação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.17, p.439-444, 1993.

SAMPAIO, Daniel Martins. Análise ambiental do conflito das Áreas de Preservação Permanente e uso do solo na bacia hidrográfica de Vargem das Flores, utilizando ambientes de Geoprocessamento. 1. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Instituto de Geociências, 2007.

SANTOS, Leonardo José Cordeiro; CHISATO, Oka-Fiori; CANALLI, Naldy Emerson; FIORI, Alberto Pio; SILVEIRA, Claudinei Taborda; SILVA, Julio Manoel França. Mapeamento da Vulnerabilidade Geoambiental do Estado do Paraná. Revista Brasileira de Geociências. 2007.

SEMA - SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Cartas de Vegetação. Curitiba: color. Escala 1:50.000. Material Cartográfico. 2001.

SERIGATTO, Edenir Maria. Delimitação automática das áreas de preservação permanente e identificação dos conflitos de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT. 1. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2006.

SILVA, A. M. da; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. de. Erosão e Hidrossedimentologia em bacias hidrográficas. São Carlos: RiMa, 2003.

SILVA, J. R. C. & DIAS, A. S. A erosividade das chuvas em Fortaleza (CE): II correlação com o coeficiente de chuva e atualização do fator R no período de 1962 a 2000. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa , v. 27, p.347- 354, 2003.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 4 ed. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

SILVEIRA C.T., Fiori A.P., Oka-Fiori C. 2005. Estudo das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial na APA de Guaratuba: subsídios para o planejamento ambiental. Bol. Paranaense de Geociências, 57:09-23.

SILVEIRA, C. T.; OKA-FIORI, C; ZAI, C. Análise da Fragilidade dos Solos da APA de Guaratuba (PR). In: Simpósio Latino-Americano de Geografia Física, IV, 2006, Maringá. Anais..., Maringá : SLAGF, 2006b.

SKORUPA, Ladislau Araújo. Áreas de Preservação Permanente (APP) e Desenvolvimento Sustentável. Jornal ProCana, Ribeirão Preto, out. 2003. Disponível em: <http://www.jornalcana.com.br/conteudo/noticia.asp?id_materia=7904>. Acesso em: 29 mar. 2009.

SOUZA, M.L. Mudar a Cidade – Uma Introdução crítica ao Planejamento e à Gestão Urbanos. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2002. 556 p.

SUDERHSA. Superintendência de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Dados Espaciais de Geoprocessamento. 2012. Disponível em < <http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=78> >.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. M.; TAIOLI, F. Decifrando a terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2001. 558 p.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, 1977.

UNESCO. Methodological guidelines for the integrated environmental evaluation of water resources development. Projeto FP/5201-85-01/UNEP – United Nations Environmental Programme. Dr. Ludwig Hartmann (Coordenador). United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Paris, France, 1987, 152p.

VASCONCELLOS, R., O Uso do Geoprocessamento na Quantificação de Fragmentos Naturais e Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente em Unidades De Conservação - Estudo de Caso da Mata Escura, Belo Horizonte, 2002. Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais.

VERNET, Yvette. Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

WALTRICK, Paulo Cesar. Erosividade de Chuvas no Paraná: Atualização, Influência do “El Niño” e “La Niña” e Estimativa para Cenários Climáticos Futuros. UFPR. Curitiba, 2010.

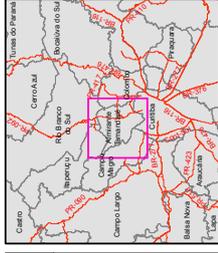
WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington: USDA, 58p. 1978.

APÊNDICE A – MAPAS PARCIAIS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL

MAPA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL: DECLIVIDADE

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- Divisa municipal
- Declividade
- Muito baixo
- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito alto

DADOS TÉCNICOS

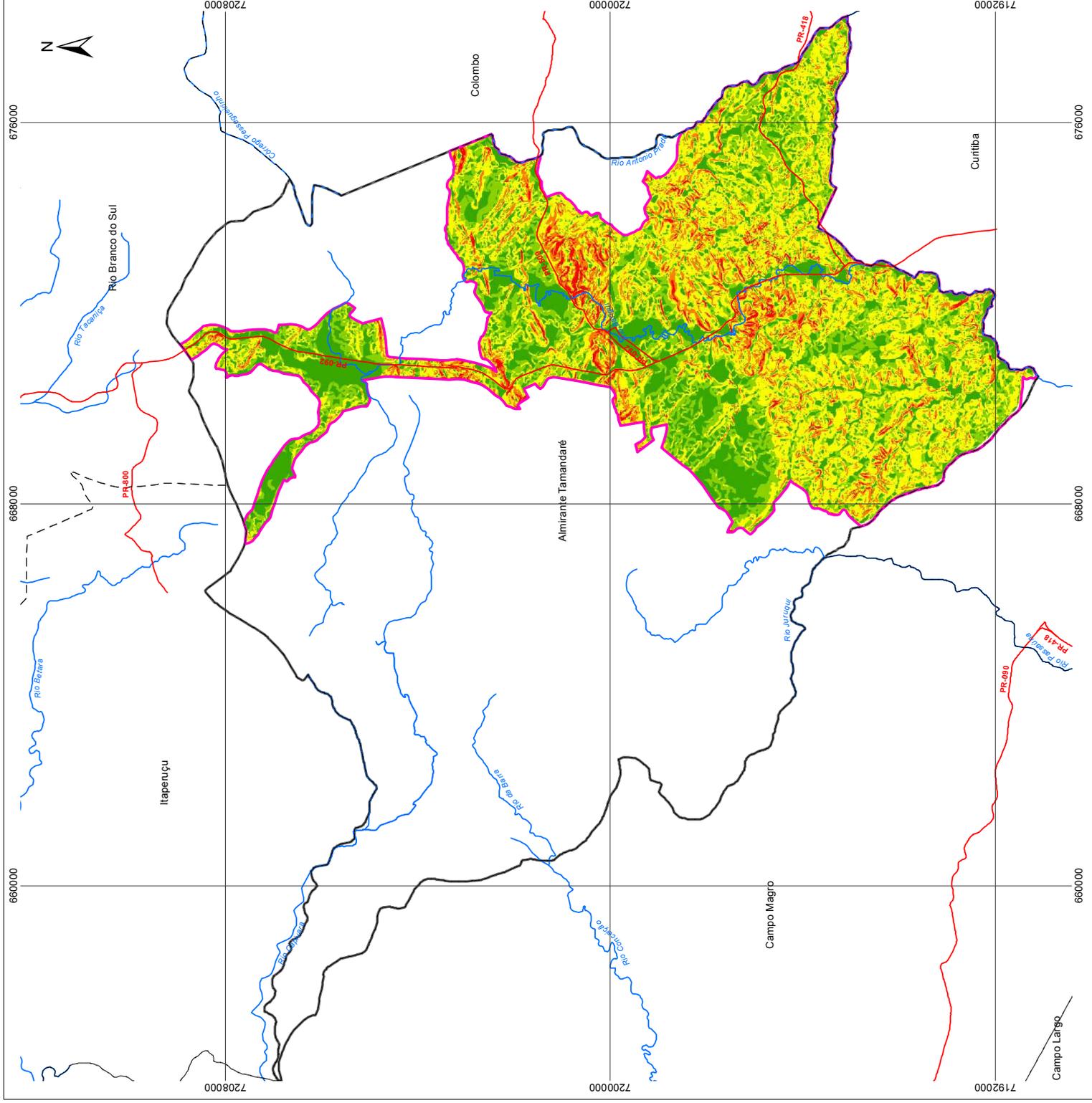
MERIDIANO CENTRAL: 51° W/G;
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: SUPERHSA, 2000;
ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

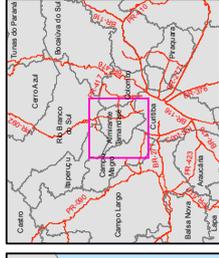
1:80.000



MAPA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL: PEDOLOGIA

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

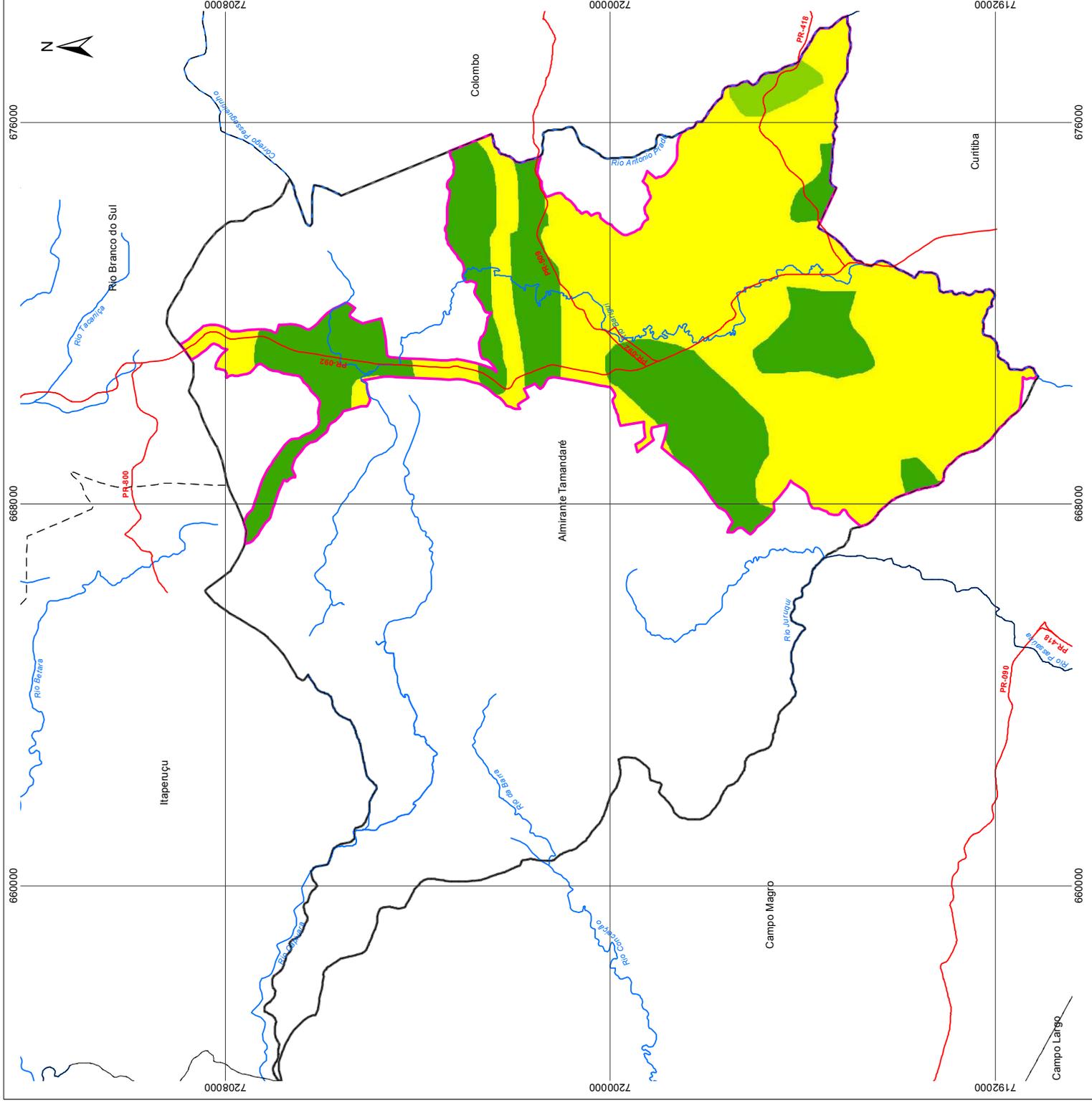
- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- Divisa municipal
- Vulnerabilidade dos solos
- Muito baixo
- Baixo
- Médio

DADOS TÉCNICOS

MERIDIANO CENTRAL: 51° W/G;
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

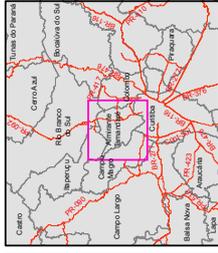
FONTE DE DADOS: EMBRAPA/EMATER;
ITCS, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006



MAPA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL: EROSIVIDADE DAS CHUVAS

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- Divisa municipal
- Erosividade das chuvas
- Muito alto

DADOS TÉCNICOS

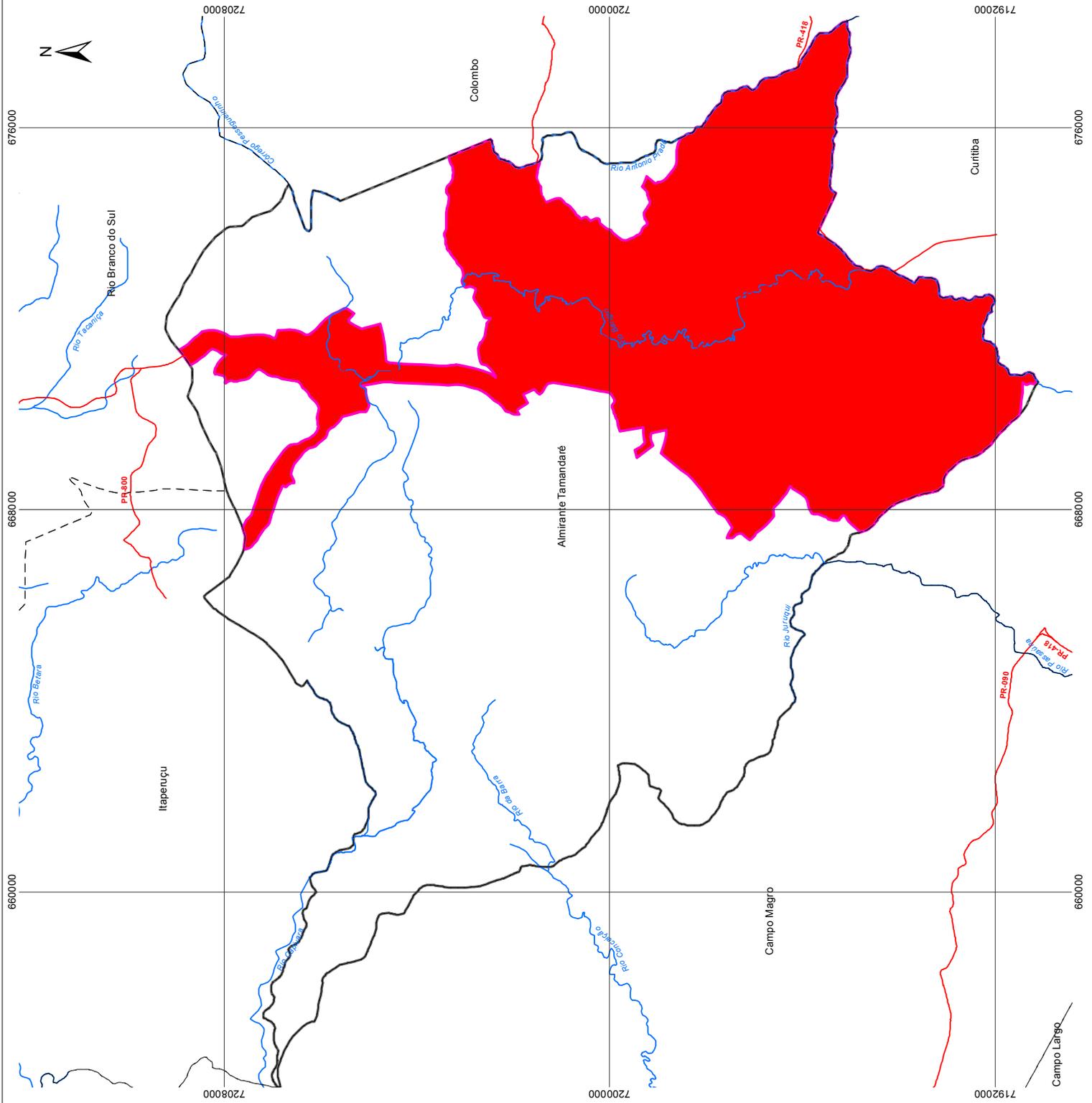
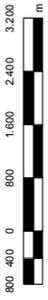
MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
AGRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: ITCG, 2011; PLANO
DIRETOR DE ALMIRANTE TAMANDARÉ, 2006;
WALTRICK, 2010

ESCALA:

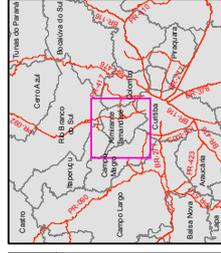
1:80.000



MAPA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL: USO E OCUPAÇÃO

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Rodovias
 - Hidrografia
 - Perímetro urbano
 - Amirante Tamandaré
 - Divisa municipal
- Vulnerabilidade do uso e ocupação
- Muito baixo
 - Baixo
 - Médio
 - Alto
 - Muito alto

DADOS TÉCNICOS

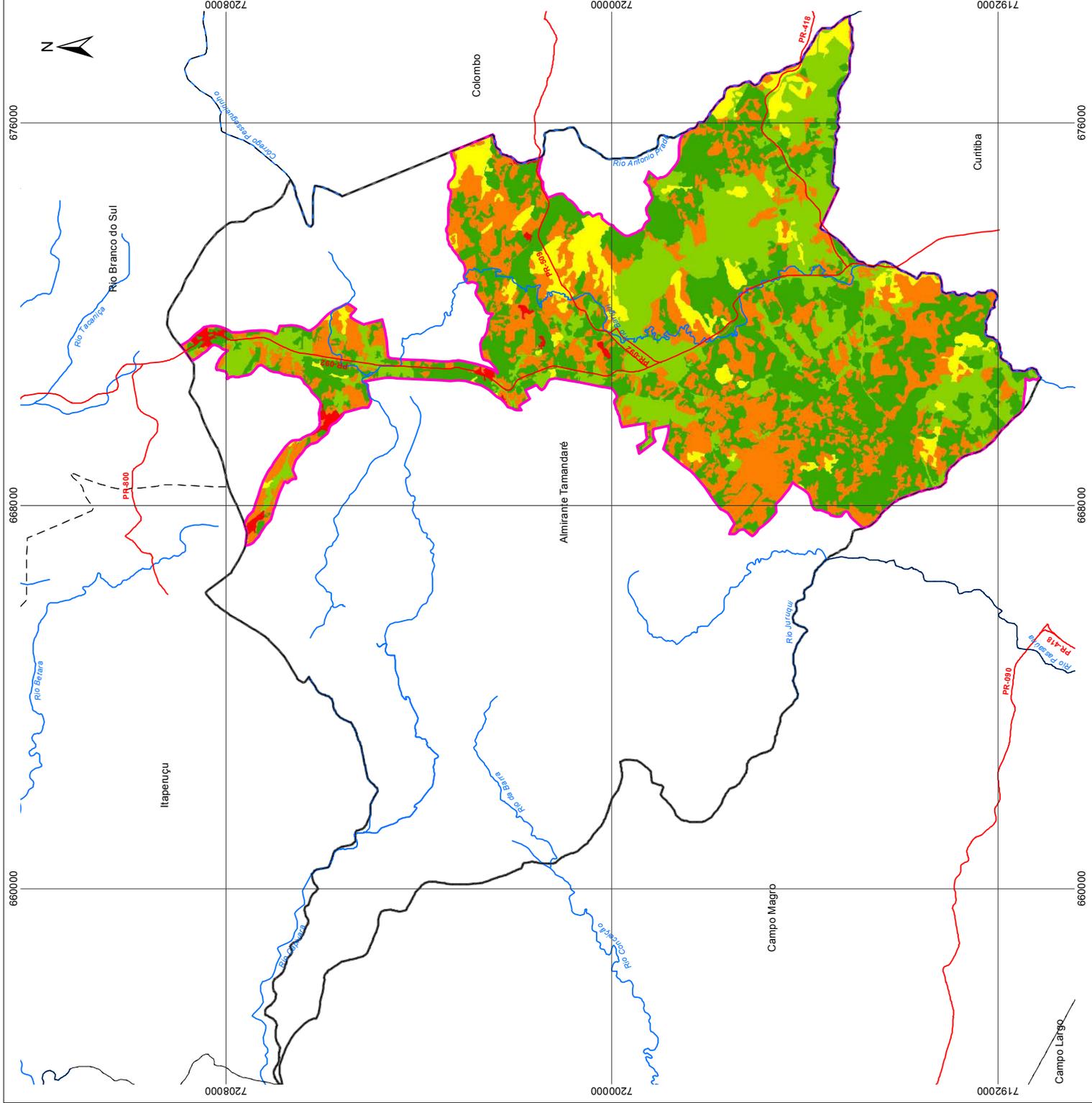
MERIDIANO CENTRAL: 51° W/G;
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: PARANACIDADE:
ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

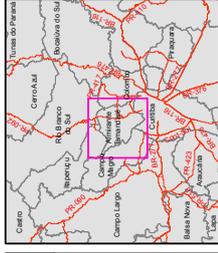
1:80.000



MAPA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL: AVALIAÇÃO DO KARST

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Rodovias
 - Hidrografia
 - Perímetro urbano
 - Almirante Tamandaré
 - Divisa municipal
- Vulnerabilidade da avaliação do Karst
- Muito baixo
 - Baixo
 - Médio
 - Alto
 - Muito alto

DADOS TÉCNICOS

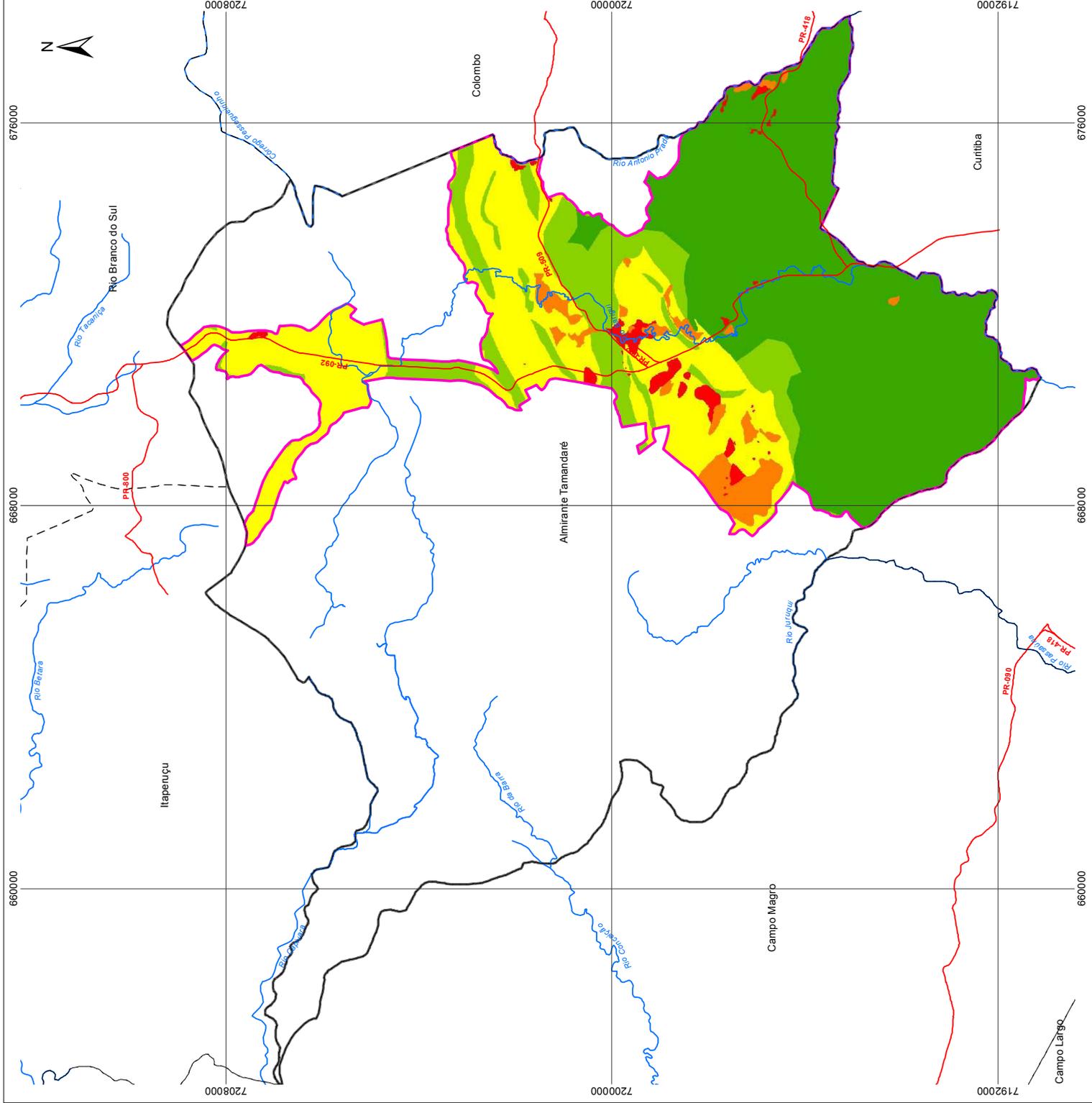
MERIDIANO CENTRAL: 51° WGR
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: ITCG, 2011;
PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

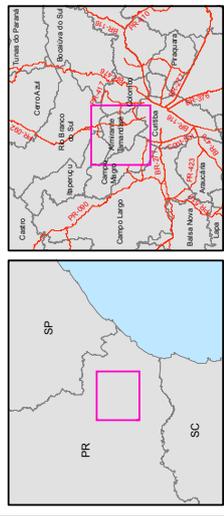
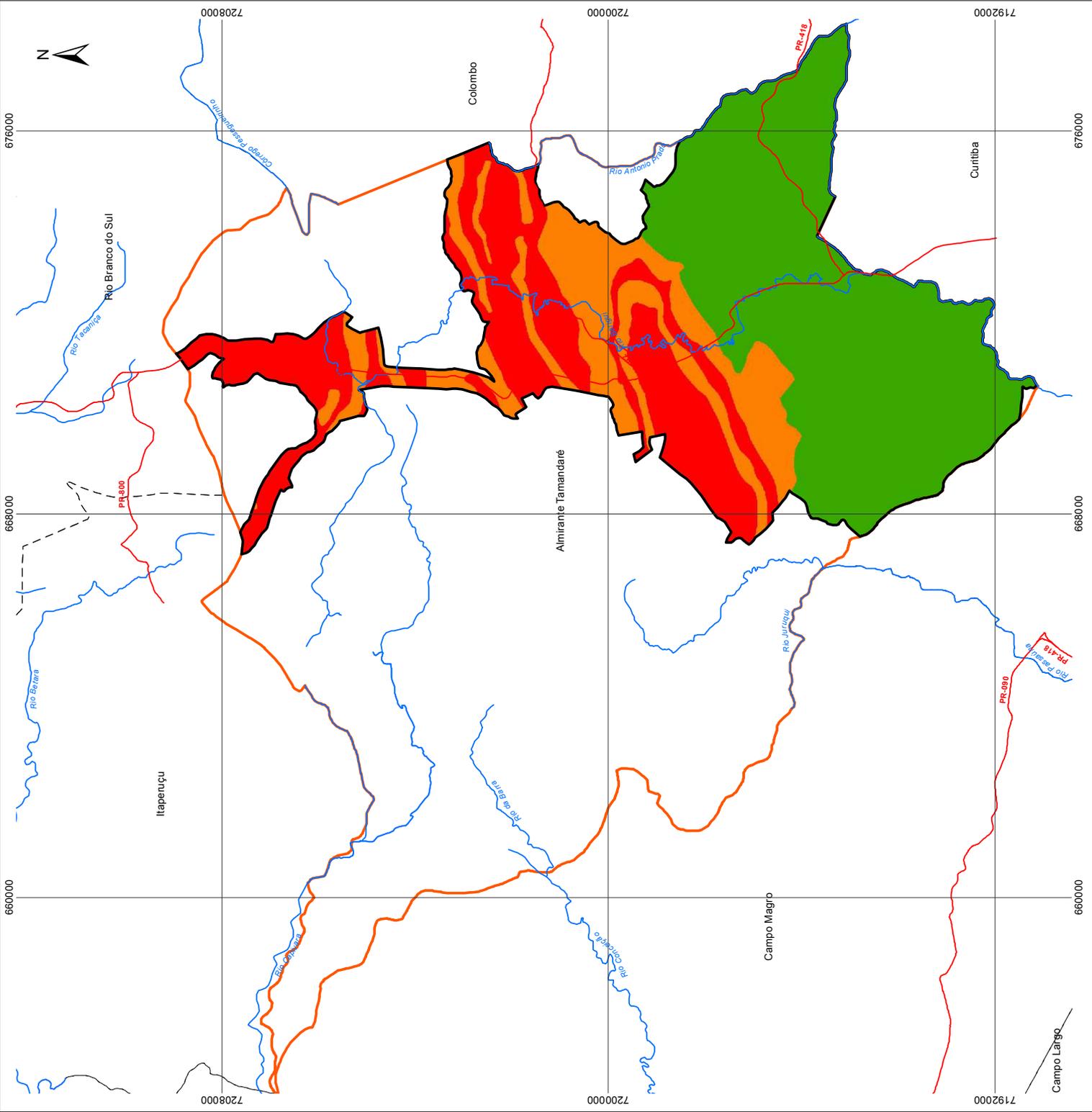
1:80.000



MAPA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL: INFLUÊNCIA DO KARST

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- Divisa municipal
- Influência do Karst - Muito baixo
- Influência do Karst - Alto
- Influência do Karst - Muito alto

DADOS TÉCNICOS

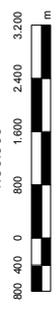
MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: ITCG, 2011;
PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

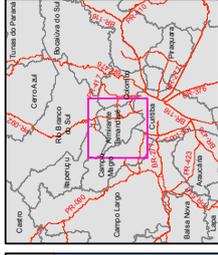
1:80.000



MAPA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL: GEOLOGIA

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- Divisa municipal
- Vulnerabilidade geológica
 - Muito baixo
 - Baixo
 - Médio
 - Alto
 - Muito alto

DADOS TÉCNICOS

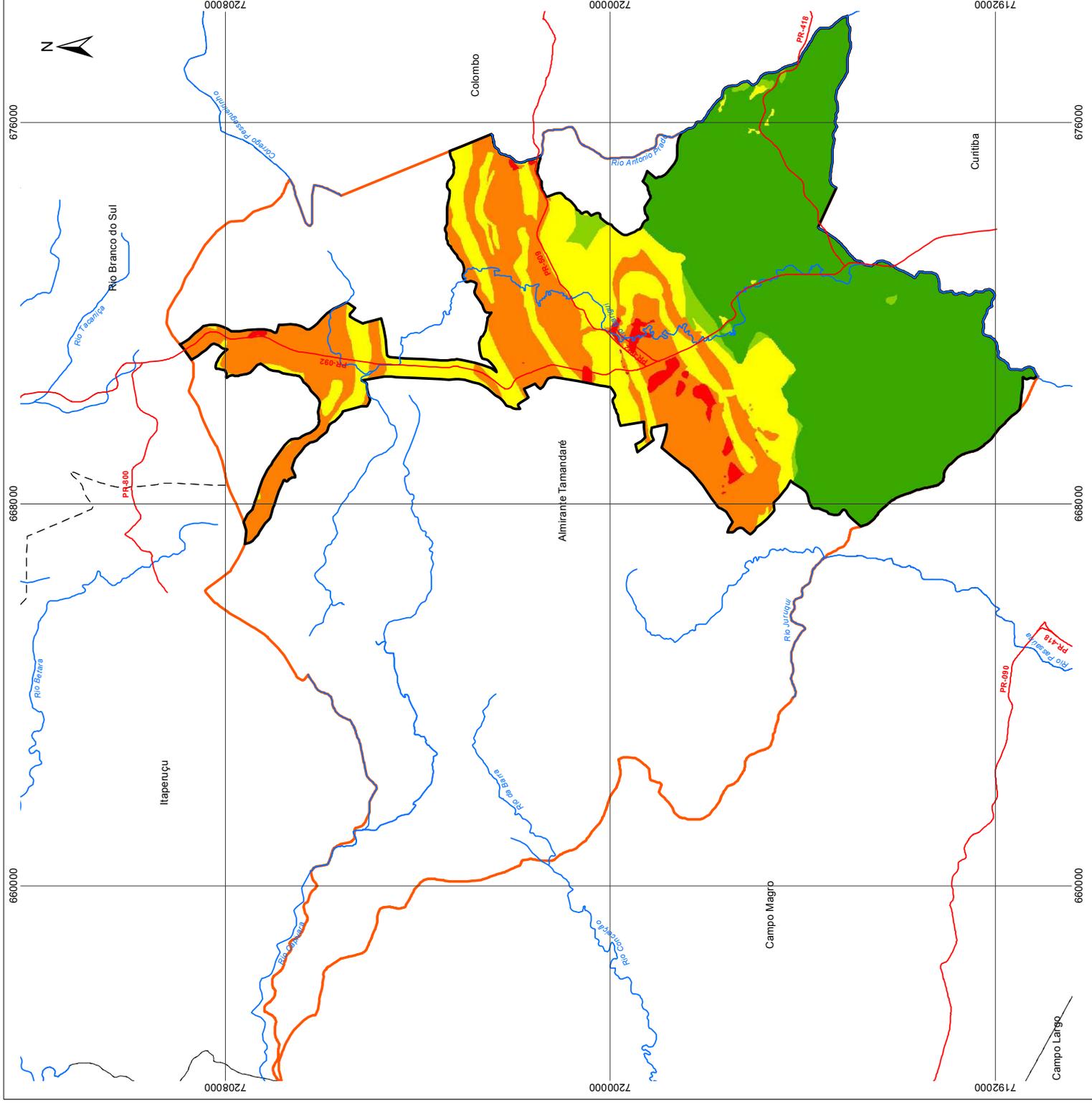
MERIDIANO CENTRAL: 51° WGR
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: ITCG, 2011;
PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

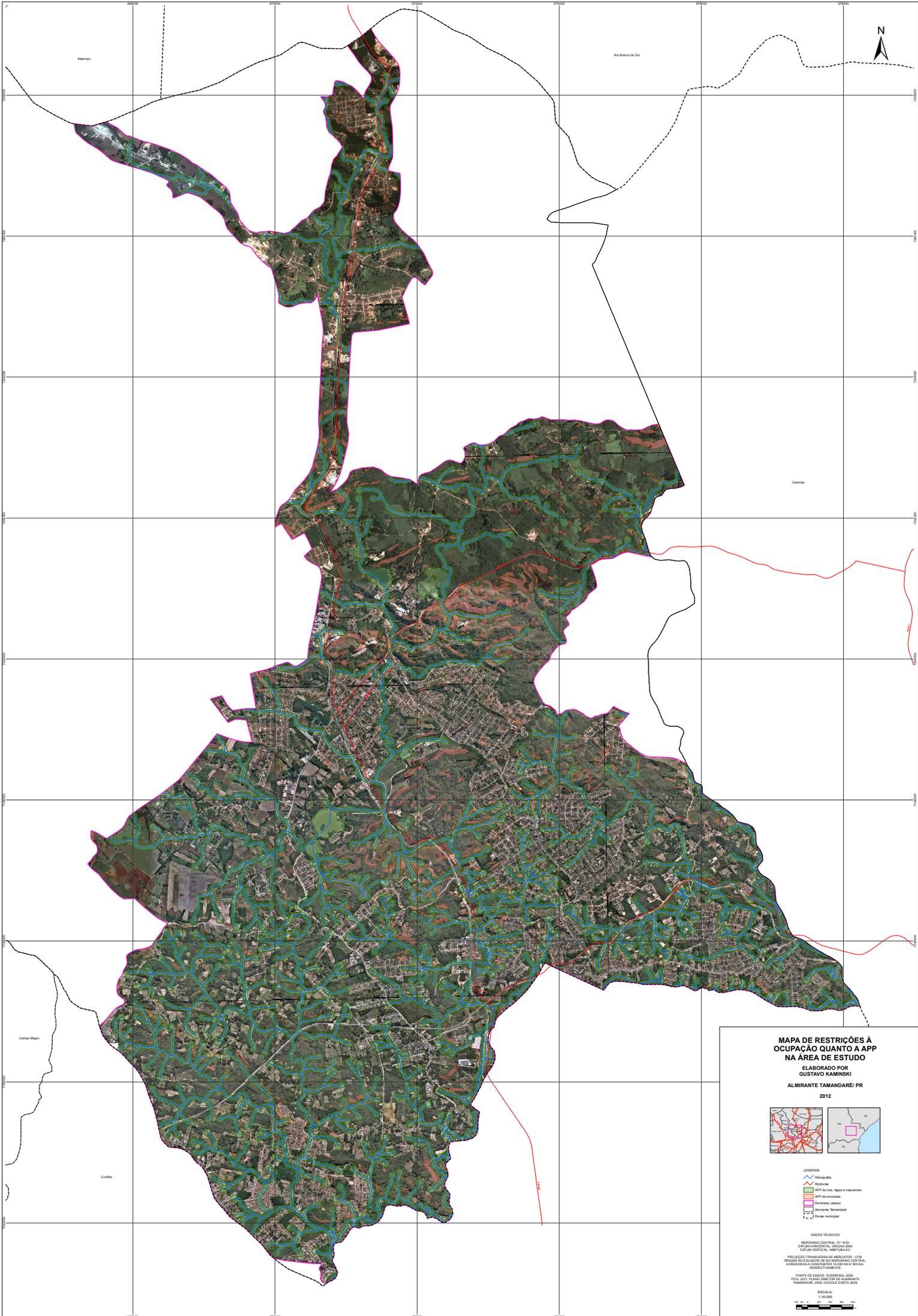
ESCALA:

1:80.000



APÊNDICE B – ÍNDICE DE FRAGILIDADE AMBIENTAL

APÊNDICE C – RESTRIÇÕES DE OCUPAÇÃO QUANTO À APP



MAPA DE RESTRIÇÕES À OCUPAÇÃO QUANTO A APP NA ÁREA DE ESTUDO

ELABORADO POR
GUSTAVO RAMINSKI
ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



- LEGENDA**
- Hidrografia
 - Rodovias
 - APP de rio, lago e nascentes
 - APP de encostas
 - Perímetro urbano
 - Município Tamandaré
 - Outras restrições

DADOS TÉCNICOS
 MERCADO CENTRAL - S11 WGS
 DATUM HORIZONTAL: BRAGA 2004
 DATUM VERTICAL: MBUTUBA 80
 PROJEÇÃO: TRANSMERIDIANA DE MERIDIANO ÚTIL
 ORIGEM NO EQUADOR DE APO MERIDIANO CENTRAL
 APROXIMAÇÃO: COORDENADAS UTM
 RESPECTIVAMENTE

FONTE: DADOS: IBRAMA 2000
 IBGE, 2011. PR AND. DIBRIS DE ALMIRANTE
 TAMANDARÉ: ZONE SOCIAL E URBAN 2008

ESCALA:
 1:10.000

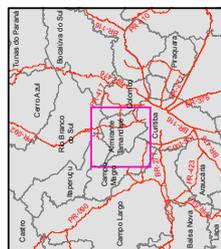


APÊNDICE D – MAPAS DE INDICADORES SOCIOECONÔMICOS

IVLS01 - DÉFICIT DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

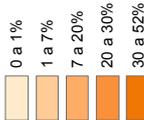
ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Divisa municipal
- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- IVLS01



DADOS TÉCNICOS

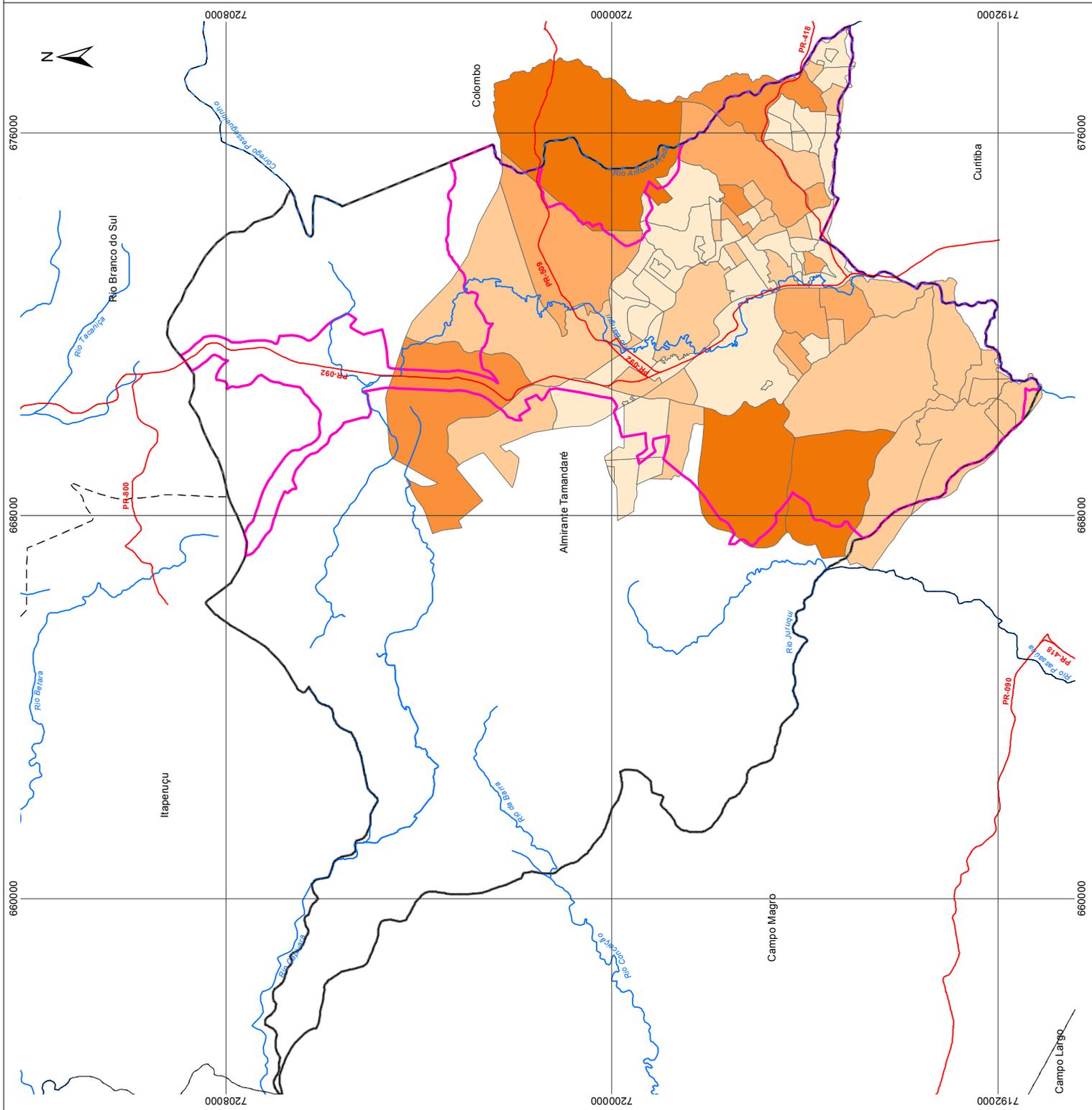
MERIDIANO CENTRAL: 51° WGT
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: IBGE, 2000;
ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

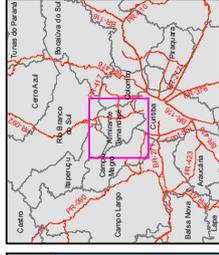
1:80.000



IVLS02 – DESTINAÇÃO INADEQUADA DOS ESGOTOS

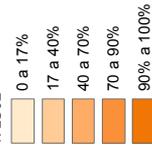
ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Divisa municipal
- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- IVLS02



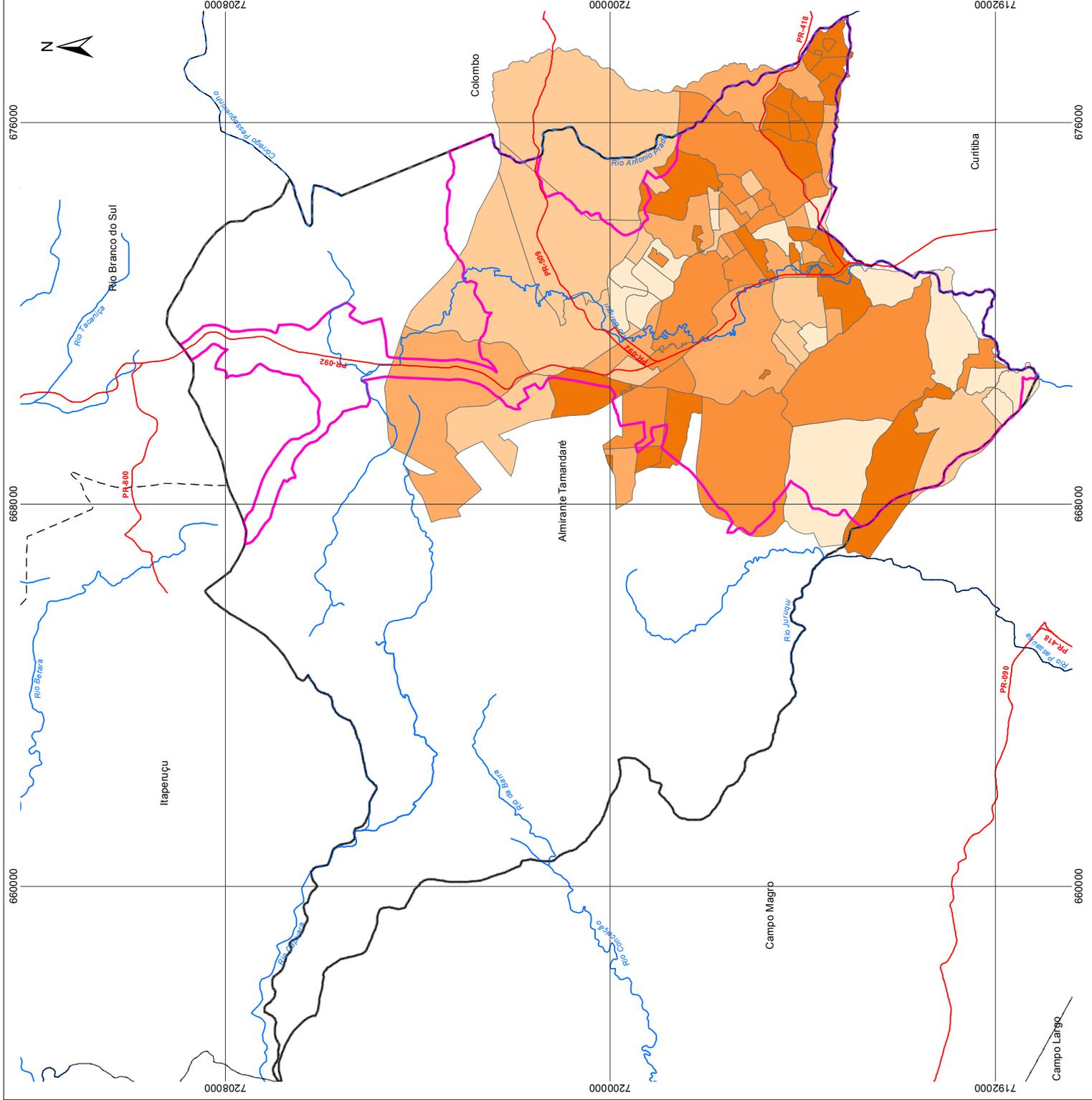
DADOS TÉCNICOS

MERIDIANO CENTRAL: 51° W.G.
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: IBGE, 2000;
ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

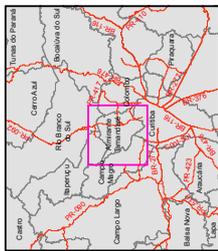
ESCALA:
1:80.000



IVLS03 - ÍNDICE DE ANALFABETISMO

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

--- Divisa municipal

— Rodovias

— Hidrografia

— Perímetro urbano

— Almirante Tamandaré

IVLS03

0 a 10%

10 a 15%

15 a 20%

20 a 30%

30 a 55%

DADOS TÉCNICOS

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGT

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000

DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

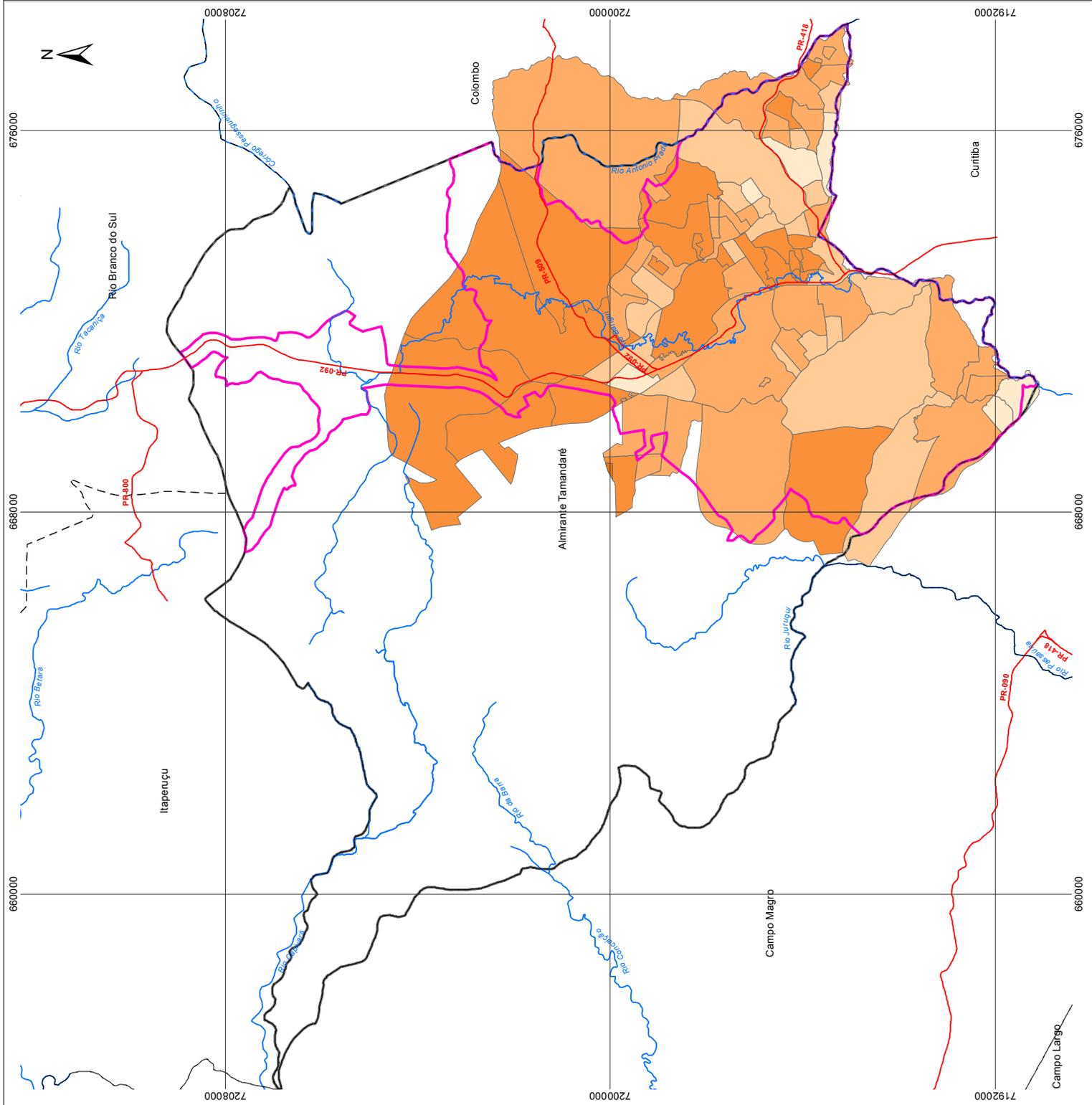
PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: IBGE, 2000;

ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

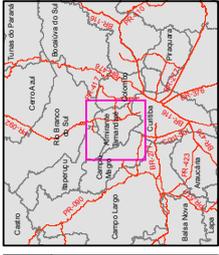
1:80.000



IVLS04 - CONDIÇÕES INADEQUADAS DE MORADIA

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Divisa municipal
 - Rodovias
 - Hidrografia
 - Perímetro urbano
 - Almirante Tamandaré
 - IVLS04
- | | |
|--|----------|
| | 0 a 1% |
| | 1 a 6% |
| | 6 a 13% |
| | 13 a 30% |
| | 30 a 95% |

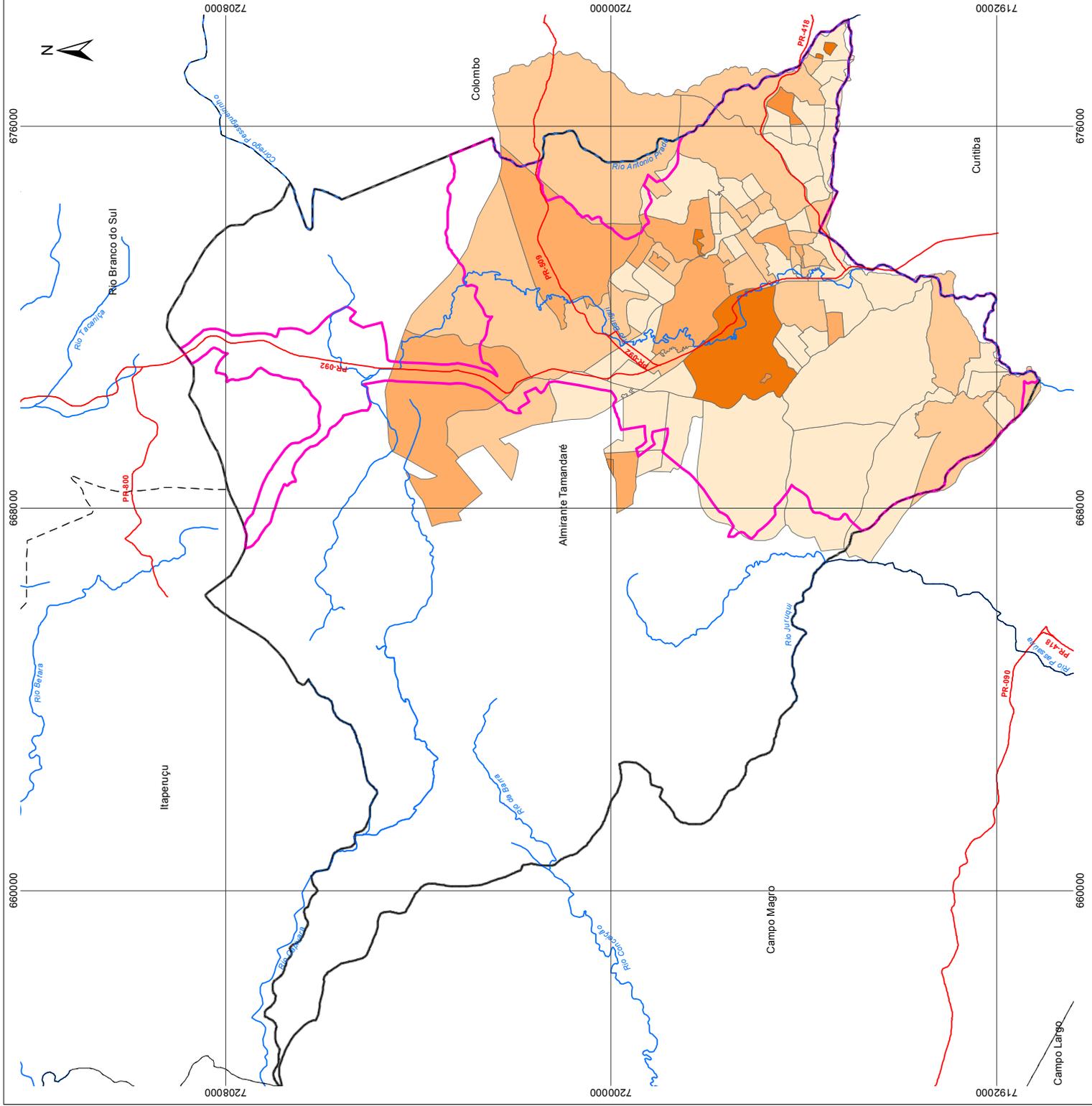
DADOS TÉCNICOS

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGT
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: IBGE, 2000;
ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

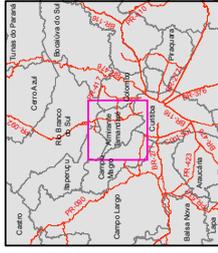
ESCALA:
1:80.000



IVLS05 – DEFICIÊNCIA DA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

--- Divisa municipal

— Rodovias

— Hidrografia

— Perímetro urbano

— Almirante Tamandaré

IVLS05

0 a 1%

1 a 3%

3 a 6%

6 a 15%

15 a 35%

DADOS TÉCNICOS

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGT

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000

DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

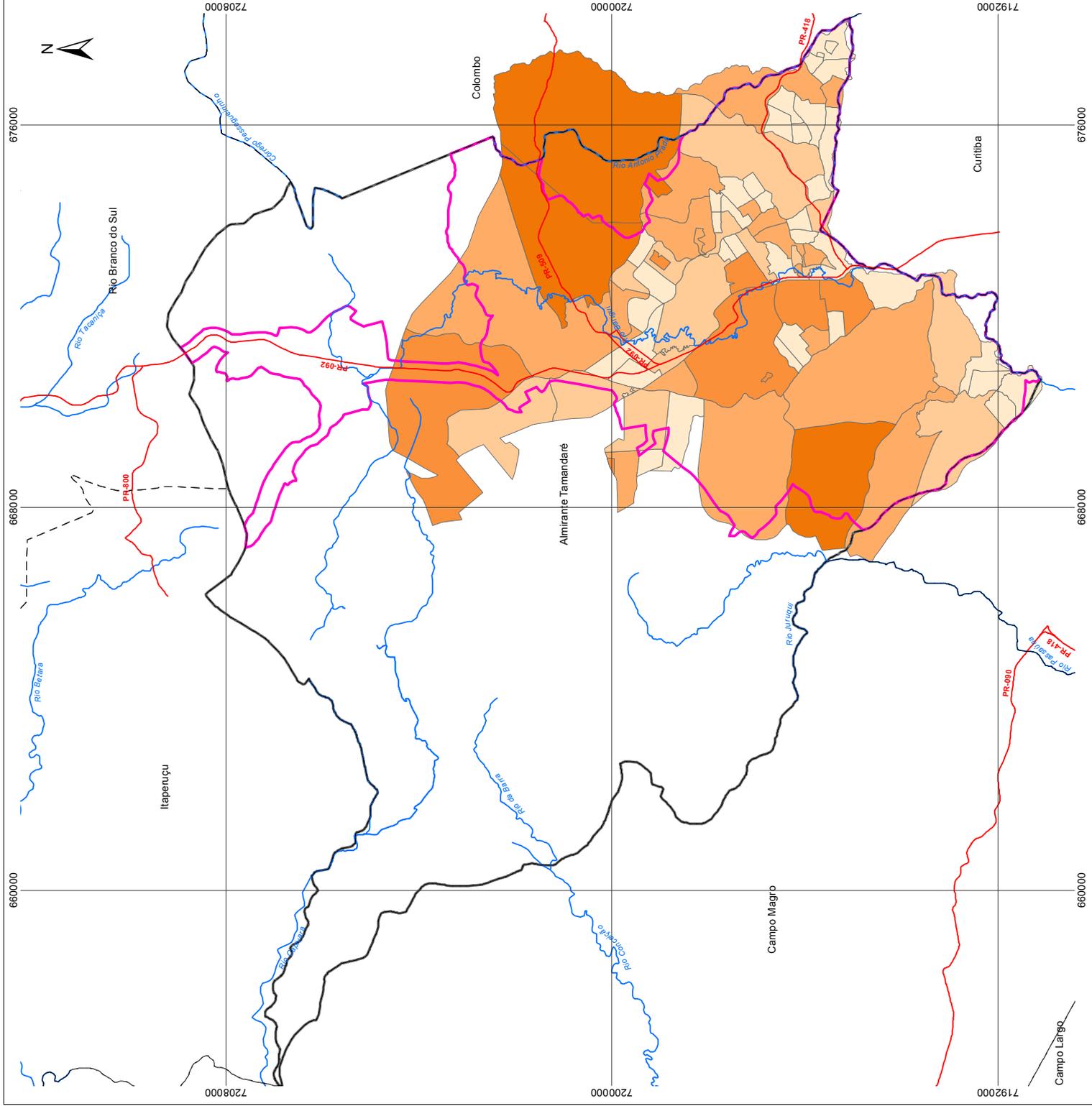
PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: IBGE, 2000;

ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

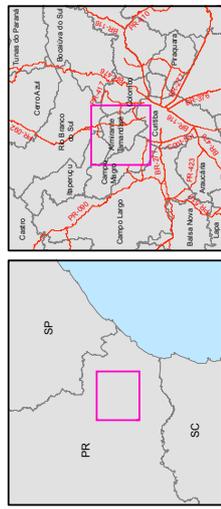
1:80.000



IVLS06 – RENDA

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

--- Divisa municipal

— Rodovias

— Hidrografia

— Perímetro urbano

— Almirante Tamandaré

IVLS06

— R\$ 213,00 a R\$ 420,00

— R\$ 420,00 a R\$ 540,00

— R\$ 540,00 a R\$ 610,00

— R\$ 610,00 a R\$ 960,00

— R\$ 960,00 a R\$ 3250,00

DADOS TÉCNICOS

MERIDIANO CENTRAL: 51° W.G.

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000

DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

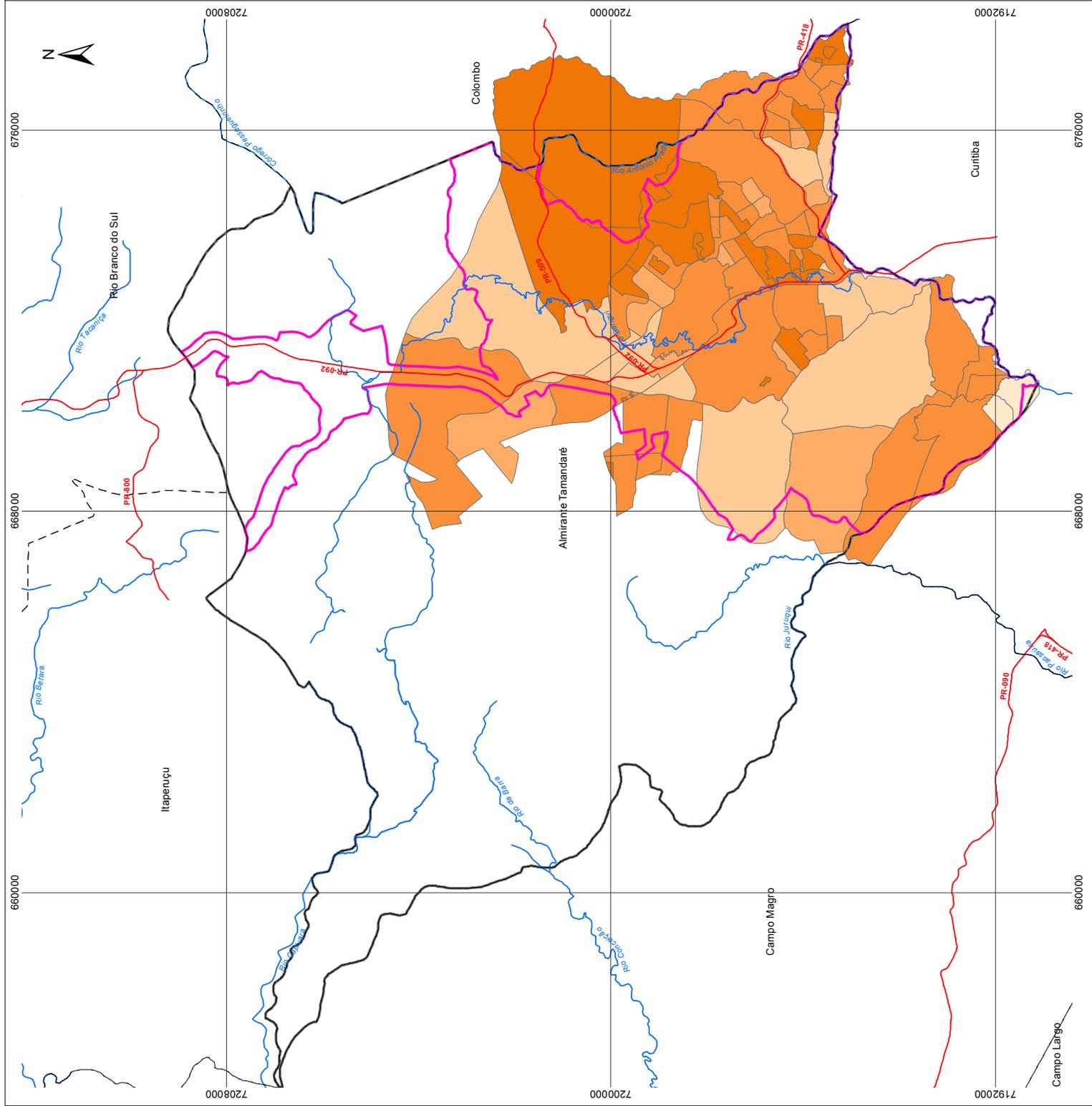
PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: IBGE, 2000;

ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

1:80.000

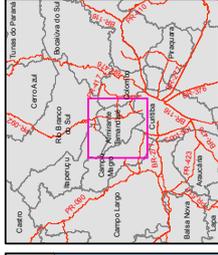


APÊNDICE E – RESULTADOS PARCIAIS DA VULNERABILIDADE SOCIAL

VULNERABILIDADE SOCIAL: IVLS01

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

--- Divisa municipal

— Rodovias

— Hidrografia

— Perímetro urbano

— Almirante Tamandaré

IVLS01

Muito baixo

Baixo

Médio

Alto

Muito alto

DADOS TÉCNICOS

MERIDIANO CENTRAL: 51° W.G.

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000

DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

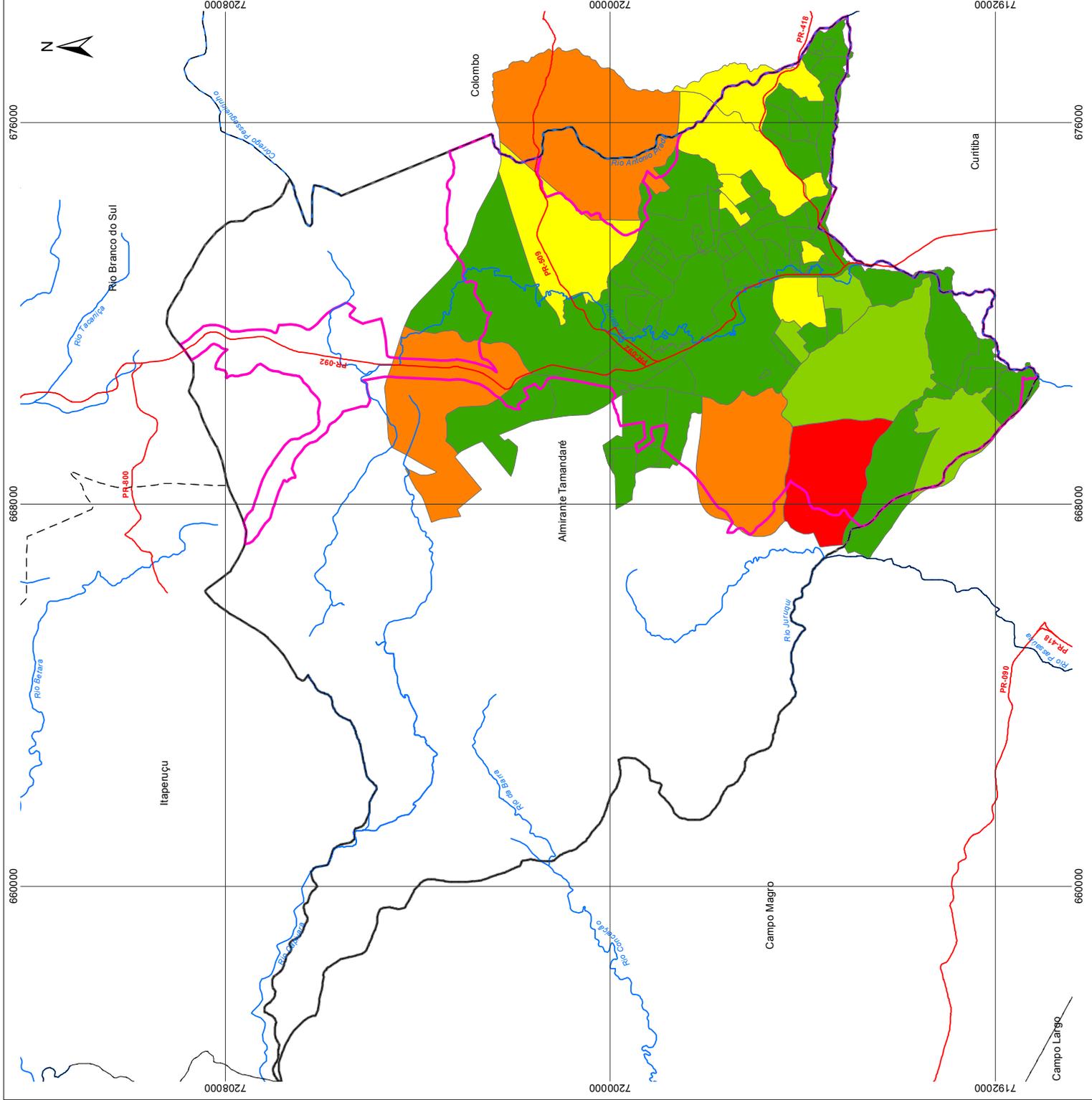
PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: IBGE, 2000;

ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

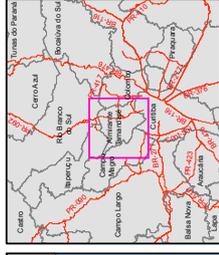
1:80.000



VULNERABILIDADE SOCIAL: IVLS02

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

--- Divisa municipal

— Rodovias

— Hidrografia

— Perímetro urbano

— Almirante Tamandaré

IVLS02

Muito baixo

Baixo

Médio

Alto

Muito alto

DADOS TÉCNICOS

MERIDIANO CENTRAL: 51° W/G

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000

DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

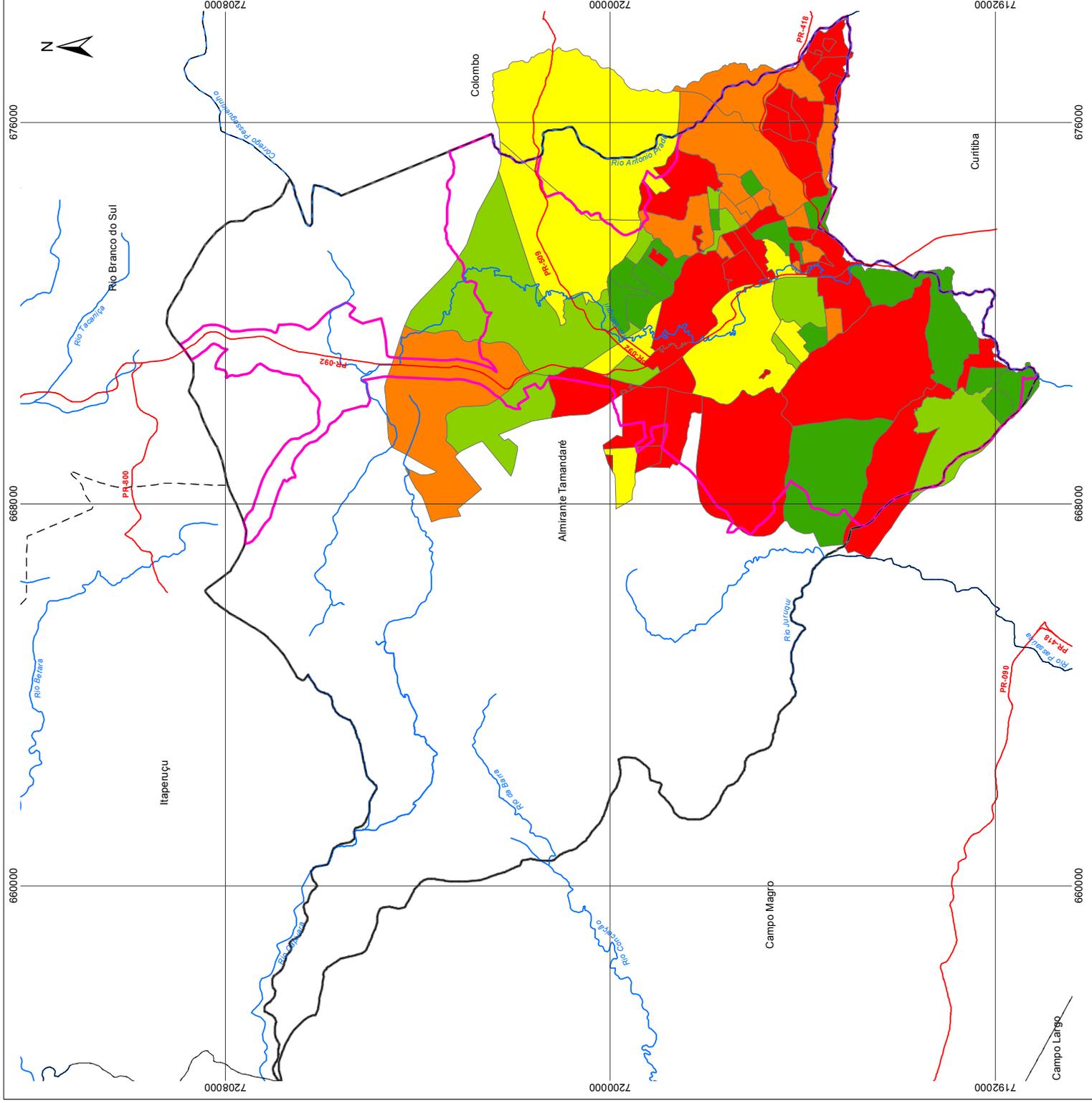
PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: IBGE, 2000;

ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

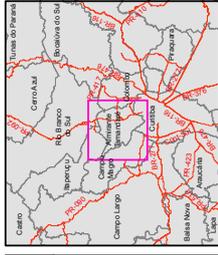
1:80.000



VULNERABILIDADE SOCIAL: IVLS03

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Divisa municipal
- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- IVLS03
- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito alto

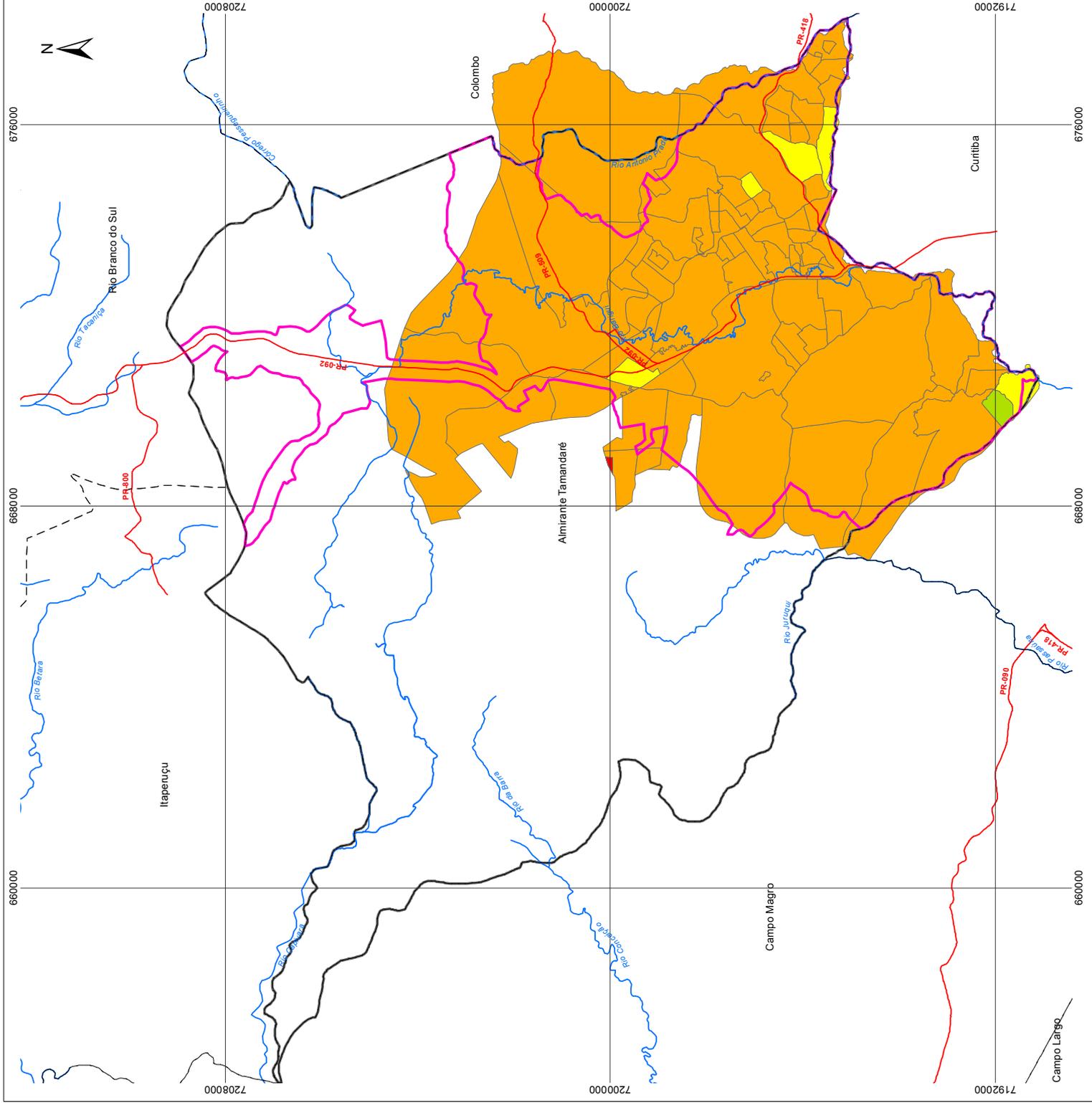
DADOS TÉCNICOS

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGT;
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: IBGE, 2000;
ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

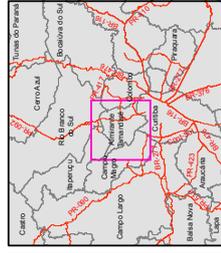
ESCALA:
1:80.000



VULNERABILIDADE SOCIAL: IVLS04

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Divisa municipal
- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- IVLS04
- Muito baixo
- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito alto

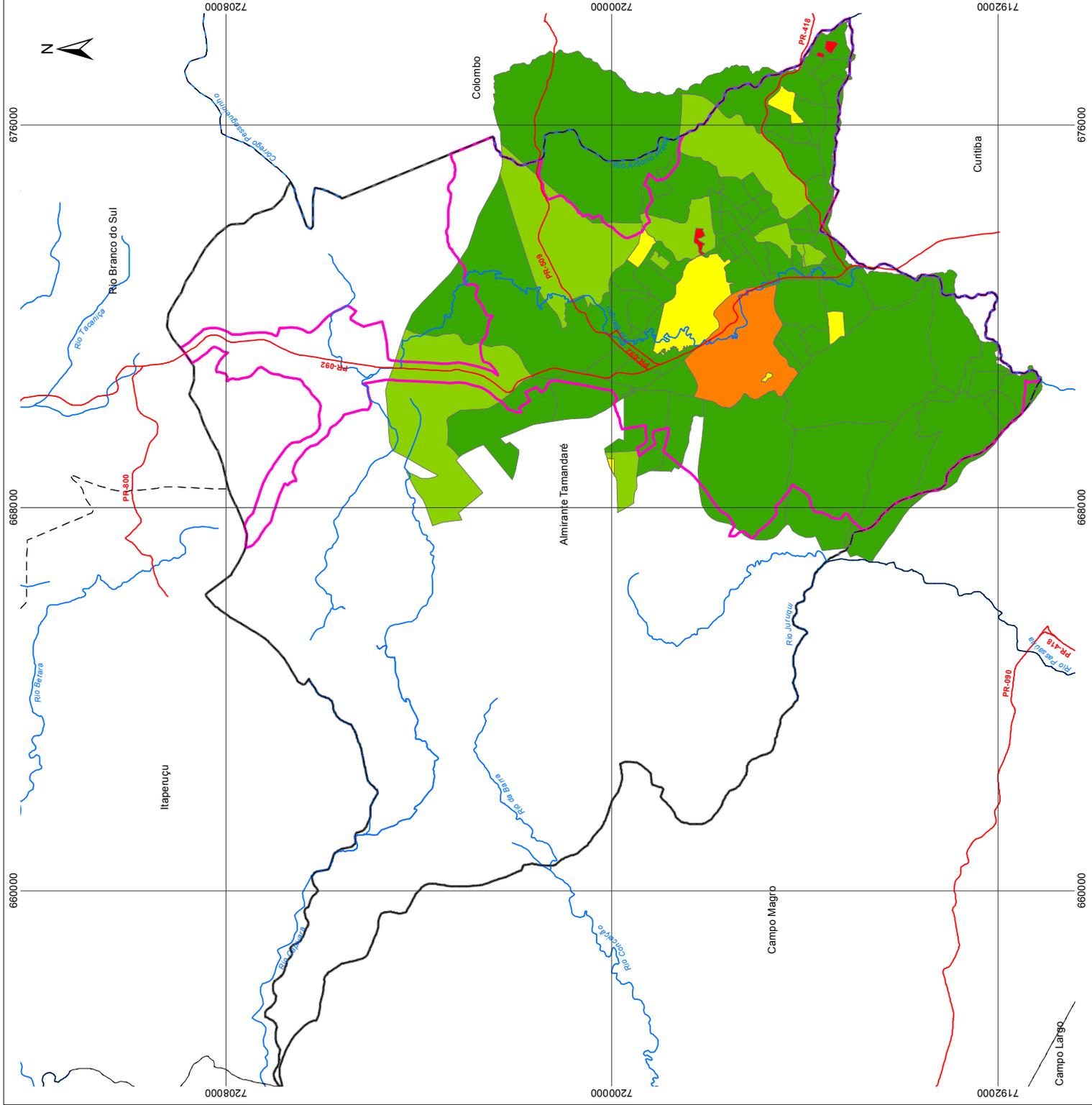
DADOS TÉCNICOS

MERIDIANO CENTRAL: 51° W/G;
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC
PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

FONTE DE DADOS: IBGE, 2000;
ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

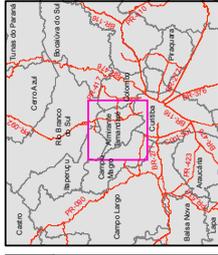
1:80.000



VULNERABILIDADE SOCIAL: IVLS05

ELABORADO POR
GUSTAVO KAMINSKI

ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
2012



LEGENDA

- Divisa municipal
- Rodovias
- Hidrografia
- Perímetro urbano
- Almirante Tamandaré
- IVLS05
- Muito baixo
- Baixo
- Médio
- Alto

DADOS TÉCNICOS

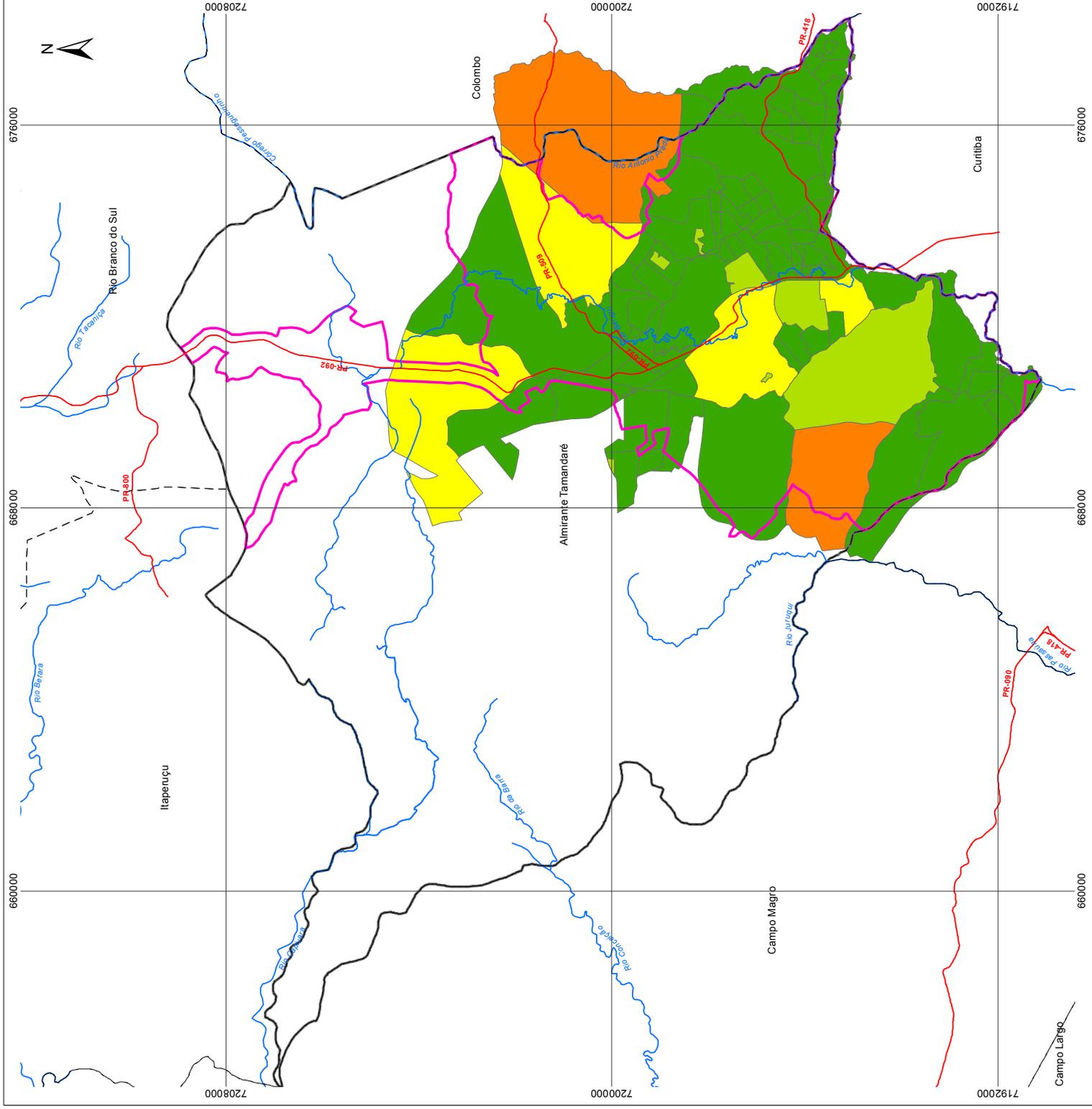
MERIDIANO CENTRAL: 51° W/G;
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS-2000
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM.
ORIGEM NO EQUADOR DE NO MERIDIANO CENTRAL.
ACRESCIDAS A CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km,
RESPECTIVAMENTE

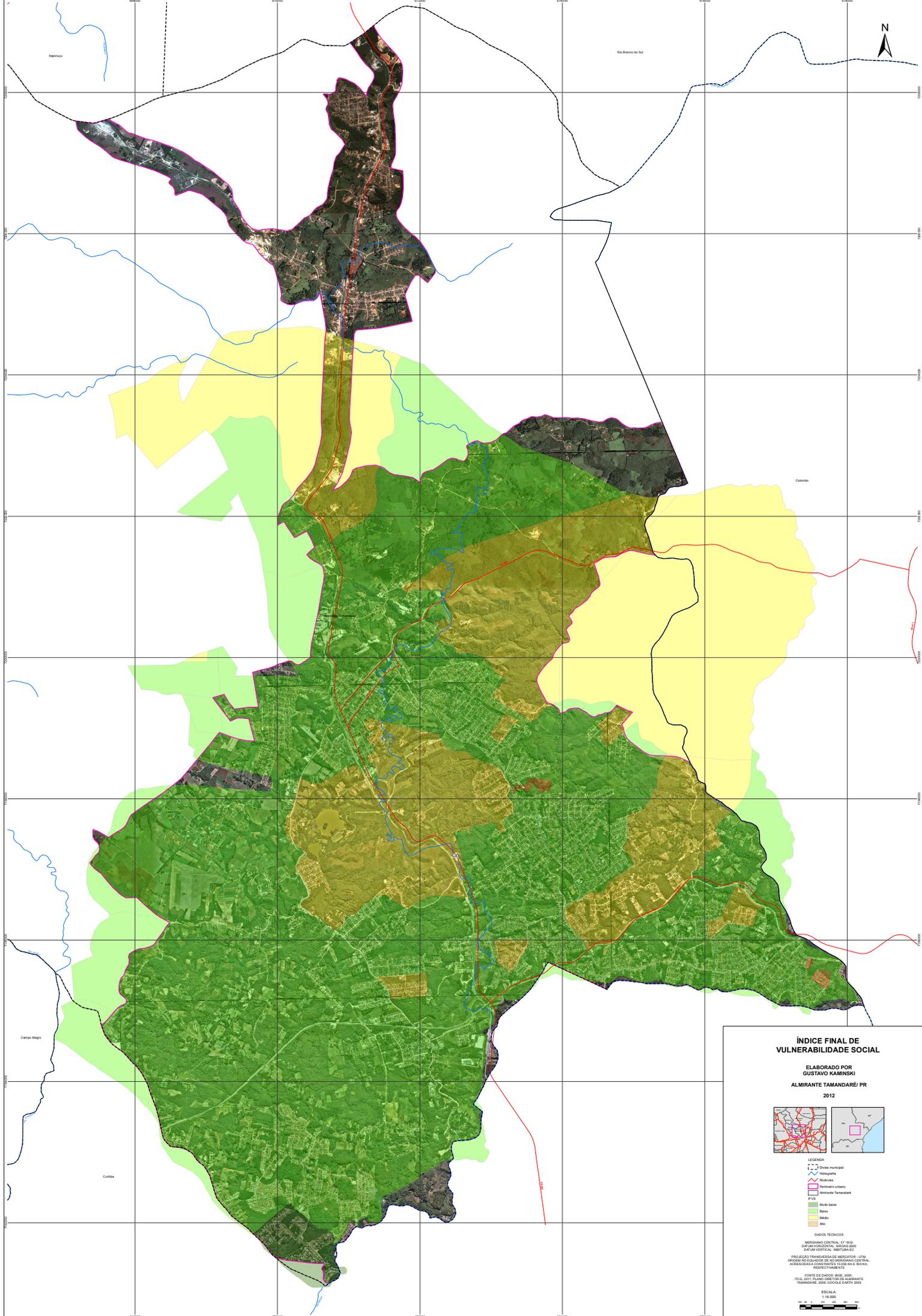
FONTE DE DADOS: IBGE, 2000;
ITCG, 2011; PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE
TAMANDARÉ, 2006

ESCALA:

1:80.000



APÊNDICE F – INDICADOR FINAL DE VULNERABILIDADE SOCIAL



ÍNDICE FINAL DE VULNERABILIDADE SOCIAL
 ELABORADO POR GUSTAVO KAMINSKI
 ALMIRANTE TAMANDARÉ/ PR
 2012



- LEGENDA**
- Limite municipal
 - Hidrografia
 - Perímetro urbano
 - Almirante Tamandaré
- Índice**
- Muito baixo
 - Baixo
 - Médio
 - Alto

DADOS TÉCNICOS
 MERCADO CENTRAL - S1 WGS
 DATUM HORIZONTAL: BRASIL 2011
 DATUM VERTICAL: MBTUSA 55
 PROJEÇÃO: TRANSCILINDRICA DE BENSON (UTM)
 ORIGEM DO COORDENADO DE ADO: MERCADO CENTRAL
 APROXIMADA COORDENADAS: 51.000 W e 23.000 S
 RESPECTIVAMENTE.
 FONTE DO DADOS: IBGE 2010
 ITCG 2011 - PLANO DIRETOR DE ALMIRANTE TAMANDARÉ - 2010
 ESCALA: 1:10.000